Anlage zu

Der Bau und die Wirtschaftlichkeit von Schienen-Straßen-Fahrzeugen.

Von der
Technischen Hochschule BRESLAU
zur
Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs
genehmigte Dissertation.

Vorgelegt von
Regierungsbaumeister Dipl.-Ing.
Albert Ganzenmüller
aus Nürnberg.

Referent
Prof. Georg Lotter

Korreferent
Privatdozent Dr.-Ing. Straubel

Tag der mündlichen Prüfung: 24. II. 1934

Verlag: Reichsbahn-Zentralamt München
1934

Zusammenstellung Nr.1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Engl.Schienenstrassenwagen	Michelline Ausführung I	Michelline Ausführung II	Michelline Ausführung III	Vomag-Wagen	Henschel-Omnibus	MAN Triebwagen (PLM)	DRP Omnibus (zum Vergleich)	DRG-Triebwagen Bauart TAG-Maybach	DRG-Triebwagen Bauart TAG-Daimler 1)	DRG Personenwagen BC 4 ü	DRG Personenwagen C 4 ü
Baujahr	1931	1930	1931	1931	1930	1932	1932	--	1930	1930	1929	1929
Gesamtlänge mm	7 920	13000	12400	15300	11100	10300	12 400	8 840	12 000	12 200	20 350	21 720
Achszahl	2	5	6	6	3	2	2	2	2	2	4	4
Sitzplatzzahl	26	24	40	47	46	46	44	33	43	43	58	80
Leergewicht kg	7 260	4 370	6 150	8 200	13750	11 900	12 500	7 000	13 350	15 500	45 600	44 000
Sitzplatzgewicht kg	280	180	155	177	300	260	285	212	310	360	786	550
Nutzlastleergewicht	1:2,41	~1:2	~1:2	~1:2,15	1:2,45	1:1,93	1:1,72	1:1,84	~1:3,4	~ 1:4	~ 1:10	~ 1:7
Motorstärke PS	120	90	90	125	120	100	140	100	100	120	--	--
Kraftübertragung	mechanisch	mechan.mech.	mechan.mech.	Diesel elektr.	mechan.	mechan.	mechan.	mechan.	mechan.	Diesel elektr. (Gebus)	--	--
Höchstgeschwindigkeit km/h	120	90	90	90	65	60	95	-	65	65	--	--

1) TAG = Triebwagenbau-Aktiengesellschaft

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545806_0024

Zusammenstellung 4. Abmessungen der 4 vorgeschlagenen Fahrzeugtypen.

Fahrzeug I :Reine Einzeltrieb-Fahrzeuge (mit höchstens einem Anhänger)

" II :Fahrzeuge mit Vorrichtung zum Zugfahren auf der Schiene

a) ohne) eigenem Kraftantrieb
b) mit)

		I		II	
		2 achsig	3 achsig	a	b
Gesamtlänge	m	9,35	13,25	6,75	8,o
Gesamtbreite	m	2,25	2,4	2,34	2,34
Gesamthöhe	m	2,8	2,8	3,2	3,2
Radstand	m	6,o	2 x 4,5	4,o	4,5
Spurweite von Mitte	m				
Reifen zu Mitte Reifen	m	1,76	1,76	1,76	1,76
Reifenabmessungen	ca mm	looox17o	looox17o	looox17o	looox17o
Achszahl		2	3	2	2
Sitzplatzzahl		34	45	--	--
Leergewicht	max.kg	5ooo	5ooo	5ooo	5ooo
Nutzlast	kg	--	--	5ooo	5ooo
Raddruck	max.kg	25oo	25oo	25oo	25oo
Motorstärke	PS	12o	15o	--	5o
Höchstgeschwindigkeit	km/h	1oo	1oo	8o	8o
Abbildung		38	39	4o	41

Zusammenstellung Nr.5

I.	II	Reine Schienenbeförderung: Stückgut Eil- III	Stückgut Fracht- IV	Wagenl. bis 5 to V	Zus. III+IV +V VI	Wagenl. bis 10 to VII	Zus. VI+VII VIII	Wagenl. bis 15 to IX	Zus. VIII+IX X	Beförderung mit Schienenstrassenwagen: Stückgut Eil- XI	Stückgut Fracht- XII	Wagenl. bis 5 to XIII	Zus. XI+XII +XIII XIV	Wagenl. bis 2x5 to XV	Zus. XIV+XV XVI	Wagenl. bis 3x5 to XVII	Zus. XVII +XVI XVIII
1.	Gesamtleistung T im Jahr 193o: (Mio T km)	330	2915	2263	5508	2434	7942	18300	26242	382 [4]	3340	2710	6432	2930	9362	21930	31322
2.	Mittl.Versandweite Sm:(Tarifkm)	195	204	152		152		152		225	234	182		182		182	
3.	Kostengruppe 1: Umladung									Diese Umladekosten entfallen bei Anwendung von Schienenstrassenwagen.							
	Für einmalige Umladung je t: (RM/t)	7,32	6,29	6,1		6,1		6,1									
4.	Zahl der Umladungen auf Sm	2	2	2		2		2									
5.	Umladekosten auf Sm:Ku' (RM)	14,64	12,58	12,2	[1]												
6.	Umladekosten Ku (Rpf/tkm)	7,5	6,15	8,0	7,-	8,-	7,33	8,-	7,8,								
	Kostengruppe 2: Abfertigung											[5]					
7.	Abfertigung je 1 (RM/t)	21,2	16,17	3,03		1,62		1,19		21,2	16,17	3,03		3,03		3,03	
8.	Abfertigungskosten Ka:(RM/tkm)	10,85	7,9	2,0	5,75	1,07	4,33	0,78	1,85	9,4	6,9	1,66	4,85	1,66	3,85	1,66	2,31
	Kostengruppe 3:Umladekosten innerhalb des Reisewegs auf der Schiene			[2]													
9.	für einmalige Umladung:(RM/t)	7,32	6,29			-		-		7,32	6,29	-		-		-	
10.	Zahl der Umladungen je Sm	1,54	1,54	-		-		-		1,54	1,54	-		-		-	
11.	Umladekosten je Sm:Kur'(RM)	11,25	9,7	-		-		-		11,25	9,7	-		-		-	
12.	Umladekosten Kur (Rpf/tkm)	5,77	4,75	-	2,86	-	1,96	-	0,6	5,77	4,75	-	2,82	-	1,93	-	0,58
	Kostengruppe 4:Zugbildungskosten	[3]												[6] Die Zugbildungskosten entfallen			
13.	Für einmalige Behandlung (RM/t)	2,867	1,-	0,546		0,294		0,223									
14.	Zahl der Behandlungen auf Sm	4,2	5,35	5,65		5,65		5,65									
15.	Zugbildungskosten je Sm:Kb' (RM/t)	12,05	5,35	3,08		1,66		1,26									
16.	Zugbildungskosten Kb (Rpf/tkm)	6,18	2,62	2,03	2,6	1,09	2,14	0,83	1,22								
17.	Summe der von der mittleren Versandweite abhängigen Kosten (Rpf/tkm)				18,27		15,76		11,47				7,67		5,78		2,89

Zusammenstellung Nr.6 : Kostengruppe 4: Zugbildungskosten (je Wagen)

Nr.		Reine Schienenbeförderung							
		Stückgut Eil -	Stückgut Fracht-	Wagenl. bis 5 to	Zus.	Wagenl. bis 10 to	Zus.	Wagenl. bis 15 to	Zus.
1.	Zugbildungskosten für 1 to(RM) (Siehe Zusammenstellung 5, Nr.13)	2,867	1,-	0,564					
2.	Auslastung je Wagen in to	0,9	2,68	5,-	3,53	10,-	5,5	15,-	12,1
3.	Zugbildungskosten je Wagen in RM	2,58	2,68	2,82	2,73	2,94		3,35	

Zusammenstellung Nr.7 : Kostengruppe 5: Zugförderungskosten K_f in Rpf/tkm

Nr.		Reine Schienenbeförderung mit Umladung								Schienenstrassenbeförderung mit Beischiene							
		Stückgut Eil-	Stückgut Fracht	Wagenl. bis 5 to	I. Zus.	Wagenl. bis 10 to	II. Zus.	Wagenl. bis 15 to	III. Zus.	Stückgut Eil-	Stückgut Fracht-	Wagenl. bis 5 to	IV. Zus.	Wagenl. bis 2x5 to	V. Zus.	Wagenl. bis 3x5 to	VI. Zus.
1.	Kosten,die bei beiden Beförderungsarten anfallen K_{fl} in Rpf/tkm	14,6	5,25	4,3	5,45	2,4	4,5	1,8	2,62	14,6	5,25	4,3	5,4	3,07	4,67	2,56	3,16
2.	Kosten für Rollfuhr K_{sp} Rpf/tkm	1,97	1,97	1,97	1,97	2,14	2,03	2,06	2,04								
3.	Zusätzliche Kosten für Schienenstrassenbetrieb K_{wz} Rpf/tkm									5,45	5,45	5,45	5,45	3,86	4,52	3,86	4,28
4.	Gesamtkosten K_f in Rpf/tkm				7,42		6,53		4,66				10,85		9,19		7,44

Zusammenstellung Nr. 8

Grössere Einzelkosten aus Gesamtkosten in Rpfg. je tkm.

		v.H.	Reine Schienenbeförderung			Beförderung m. Schienen-strassenwagen		
			I	II	III	IV	V	VI
1.	Zugbegleitpersonal	11,8	0,64	0,53	0,31	0,635	0,551	0,373
2.	Lokpersonal	11,9	0,65	0,535	0,31	0,64 (1)	0,556	0,376
3.	Betriebsstoffe	11,6	0,63	0,52	0,305	0,625	0,542	0,367
4.	Lokomotivpflege	2,5	0,14	0,10	0,065	0,135	0,116	0,079
5.	Lokomotivunterhaltung	11,8	0,64	0,53	0,31	0,635 (2)	0,551	0,373
6.	Wagenunterhaltung- u.- erneuerung	5,-	0,27	0,295	0,13	-	-	-
7.	Bahnhof- und Streckendienst	19,0	1,05	0,86	0,5	1,05 (3)	0,887	0,6
8.	Oberbau	19,8	1,08	0,9	0,52	(1,075) 0,36	(0,925) 0,31	(0,626) 0,21
9.	Sonstiges	6,6	0,35	0,3	0,17	0,35	0,304	0,208
10.	Summe 1 mit 9	100,-	5,45	4,5	2,62	4,43	3,817	2,586
11.	Zusätzliche Kosten für Beischienen		-	-	-	0,117	0,08	0,025
12.	Summe 10 mit 11		5,45	4,5	2,62	4,447	3,897	2,611
13.	Kosten eines Güterwagen - km (4) (nach Capelle)		19,2	24,7	31,7			

Zusammenstellung Nr. 9

Zusätzliche Rollfuhrkosten bei reiner Schienenbeförderung.

		Stückgut u. Wagen-ladung bis 5 t	Wagen-ladung bis 1o t	Wagen-ladung bis 15 t
1.	Reichskraftwagentarif für 1 tkm bis 15 km in Rpfg: (K_k)	13,8	13,-	12,5
2.	Anteilige Rollfuhrkosten auf eine mittlere Versandweite in Rpfg. (= 2 . 15 . K_k)	415	39o	375
3.	Mittlere Versandweite Sm (einschl. Zu- u. Abfuhr = 3o km)	21o	182	182
4.	Zusätzliche Kosten für Rollfuhr in Rpf / tkm, bezogen auf die mittlere Versandweite	1,97	2,14	2,o6

Zusammenstellung Nr. 1o

Zusätzliche Kosten für Schienenstrassenbetrieb mit eigenem Kraftantrieb

in Rpf je tkm.

Nr.		Mit Beischiene					Ohne Beischiene				
		Eil-und Frachtgut Wagenlad. bis 5 t	Wagenlad. bis 2×5 t	Zus.	Wagenld. bis 3x5 t	Zus.	Eil-und Frachtgut Wagenlad. bis 5 t	Wagenlad. bis 2x5 t	Zus.	Wagenlad. 3x5 t	Zus.
1.	Mittl.Auslastung in t:a	3,53	5.-		5.-		3,53	5.-		5.-	
2.	Jährliche Auslastung in tkm je Wagen (L.a) tk	17oooo	24oooo		24oooo		17oooo	24oooo		24oooo	
3.	Kosten in Rpf / tkm (Kw = Kw ' / tk)	5,45	3,86	4,52	3,86	4,28	7,33	5,2	6,1	5,2	5,75

Zusammenstellung Nr. 11

Zusätzliche Kosten für Schienenstrassenbetrieb mit Schlepper

und Beischiene in Rpf./ tkm.

		Eil-u.Frachtgut u.Wagenl. bis 5 t	Wagenl. bis 2x5 t	Zus.	Wagenl. bis 3x5 t	Zus.
1.	A.Für Schlepper Mittl.Auslastung ein.Lastzug in t ~~A-5~~ a_s	3,53 + 5 = 8,53	1o		15	
2.	Jährl.Leistung in tkm je Schlepper (Lxa_s) tk_s	31oooo	36oooo		54oooo	
3.	Kosten in Rpf/tkm (Kw_s) = Kw_s ' / tk_s	3,64	3,14	3,38	2,1	2,8
4.	B.Für Anhänger Mittl.Auslastung ein.Anhängers in t: a	3,53	5		5	
5.	Jährl.Leistung in tkm je Anhänger (L.a) tk	17oooo	24oooo		24oooo	
6.	Kosten in Rpf/tkm (Kwa) = Kwa ' / tk	1,28	o,91	1,o6	o,91	1,o
7.	Gesamtkosten Nr.3 + Nr.6	4,92	4,o5	4,44	3,o1	3,8

Gesamtzusammenstellung der Selbstkosten für einen Tariftonnenkilometer in R

Kosten-Gruppe	Lfd. Nr.	Art der Kosten	I. Reine Schienenbeförderung									ohne Beischiene mit eigenem Kraftantrieb							
			Eil-Gut	Fracht-Gut	Wagenl. bis 5 to	Zus.	Wagenl. bis 10 to	Zus.	Wagenl. bis 15 to	Zus.	Eil-Gut	Fracht-Gut	Wagenl. bis 5 to	Zus.	Wagenl. bis 2x5 to	Zus.	Wagenl. bis 3x5 to	Zus.
1	1	Umladungskosten von Strasse auf Schiene Ku	7,5	6,15	8,0	7,0	8,0	7,33	8,0	7,8-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	2	Abfertigungskosten Ka	10,85	7,9	2,0	5,75	1,o7	4,33	o,78	1,85	9,4	6,9	1,66	4,85	1,66	3,85	1,66	2,31
3	3	Umladekosten innerhalb der Schiene Kur	5,77	4,75	-	2,86	-	1,96	-	o,6	5,77	4,75	-	2,82	-	1,93	-	o,58
4	4	Zugbildungskosten Kb	6,18	2,62	2,03	2,6	1,o9	2,14	o,83	1,22	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	Summe 1 + 2 + 3 + 4				18,27		15,76		11,47				7,67		5,78		2,89
5		Zugförderungskosten K_f														3,82		2,586
	6	Bei allen Beförderungsarten anfallende Kosten Kf_1	14,6	5,25	4,3	5,45	2,4	4,5	1,8	2,62	-	-	-	4,43	-			
	7	Rollfuhrgeld K_{sp}	1,97	1,97	1,97	1,97	2,14	2,o3	2,o6	2,o4	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	Zusätzl.Kosten bei Schienenstrassenbef.												7,33	5,2	6,1	3,2	5,75
	9	Summe 6 + 7 bezw. 6 + 8				7,42		6,53		4,66				11,76		9,92		8,33
6	10	Umwegkosten in v.H.von Nr.9	13,5	17,5	23,0	19,5	23,o	2o,7	23,o	22,6	13,5	17,5	23,o	19,5	23,o	2o,7	23,o	22,6
	11	Umwegkosten in Rpf/tkm Kw				1,45		1,35		1,o5				2,3		2,o5		1,88
7	12	Schuldendienst in v.H.aus Summe 5+6	14,0	14,0	22,5	17,5	22,5	18,6	22,5	21,2	14,o	14,o	22,5	17,5	22,5	18,6	22,5	21,2
	13	Schuldendienst in Rpf/toKm K_s				4,15		3,8		3,o				2,12		1,78		1,16
	14	Gesamtkosten in Rpfg.				31,29		27,44		2o,17				23,85		19,53		14,26
		" in Mio RM				173o		2185		(528o)				1315		155o		375o
	15	Jährliche Ersparnis in Mio RM gegenüber reiner Schienenbeförderung												415		635		(153o)

u n g Nr. 12

eichspfennig bei verschiedenen Beförderungsarten.

II. Schienenstrassenbeförderung

mit Beischiene und eigenem Kraftantrieb								mit Beischiene und Schlepper								Lfd. Nr.	Kosten-Gruppe
Eil-Gut	Fracht-	Wagenl. bis 5 to	Zus.	Wagenl. bis 2x5 to	Zus.	Wagenl. bis 3x5 to	Zus.	Eil-Gut	Fracht-	Wagenl. bis 5 to	Zus.	Wagenl. bis 2x5 to	Zus.	Wagenl. bis 3x5 to	Zus.		
																1	1
-	-	-	-	-	-	-	-									2	2
																3	3
																4	4
			7,67		5,78		2,89				7,67		5,78		2,89	5	
			4,45		3,9		2,61				4,45		3,9		2,61	6	5
			-		-		-				-		-		-	7	
			5,45	3,86	4,52	3,86	4,28				4,92	4,05	4,44	3,01	3,8	8	
			9,9o		8,42		6,89				9,37		8,34		6,41	9	
13,5	17,5	23,o	19,5 1,93	23,o	2o,7 1,75	23,o	22,6 1,55	13,5	17,5	23,o	19,7 1,83	23,o	2o,7 1,72	23,o	22,6 1,45	1o 11	6
usw.			17,5 2,12		18,6 1,8		21,2 1,17				17,5 2,12		18,6 1,8		21,2 1,17	12 13	7
			21,62 1195 535		17,75 141o 775		12,5o 329o (199o)				2o,99 1155 575		17,64 14oo 785		11,92 314o (214o)	14	

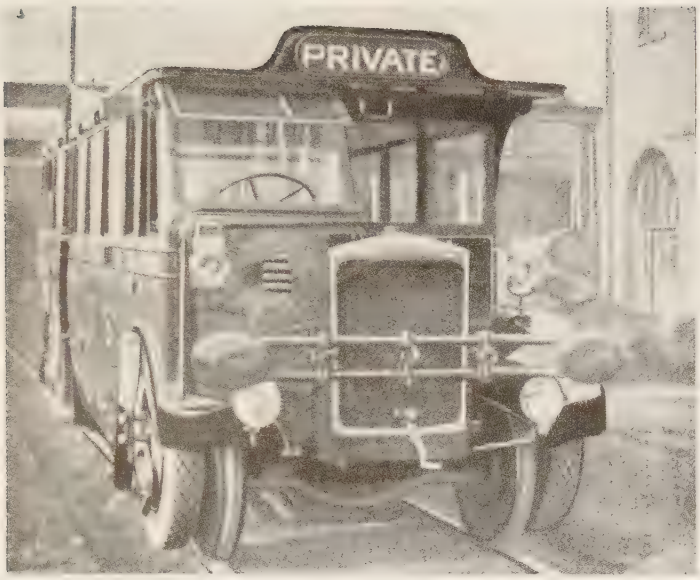


Abb. 1. Schienenstrassenwagen.

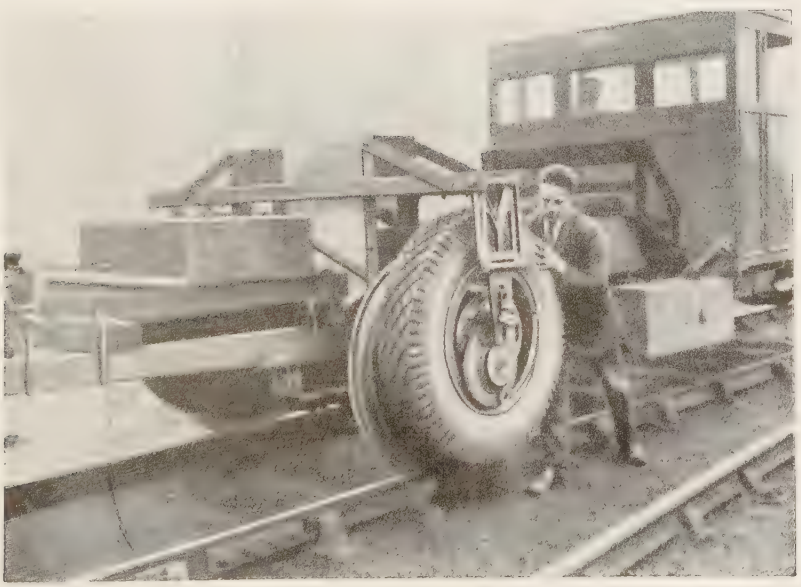


Abb. 2.

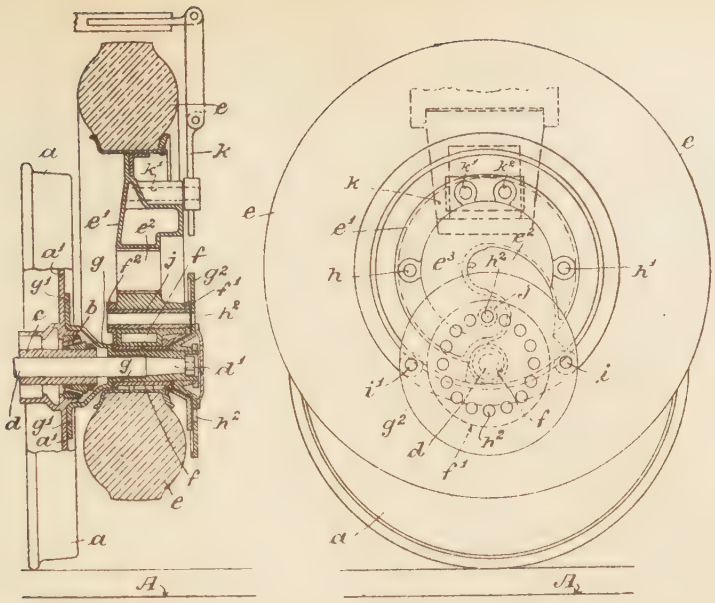


Abb. 3

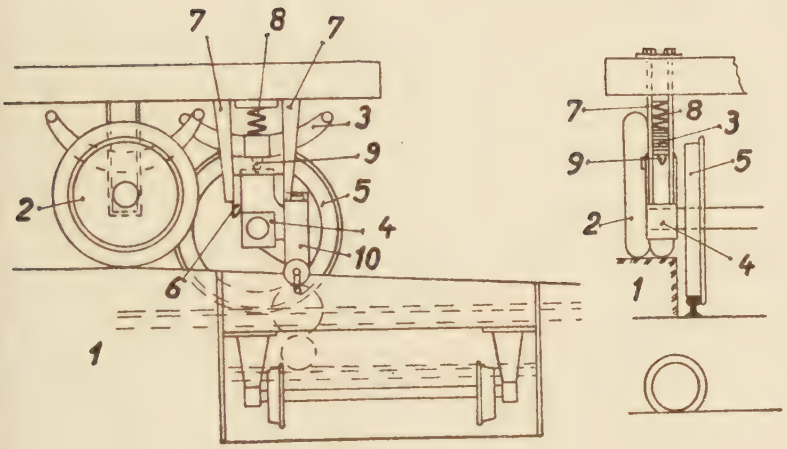


Abb. 4

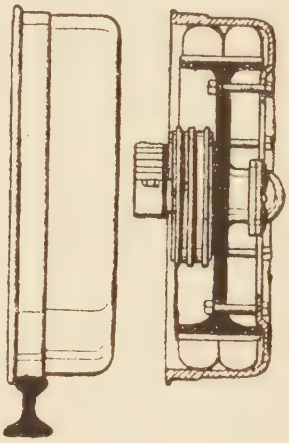


Abb. 5

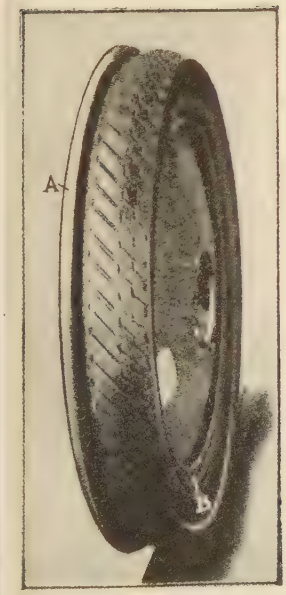


Abb. 6

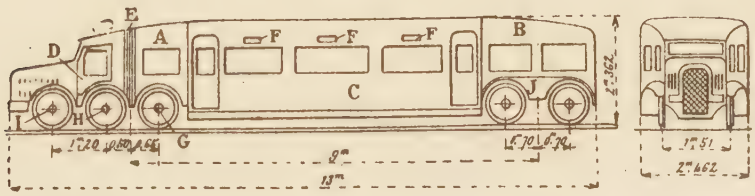


Abb. 7 Micheline.

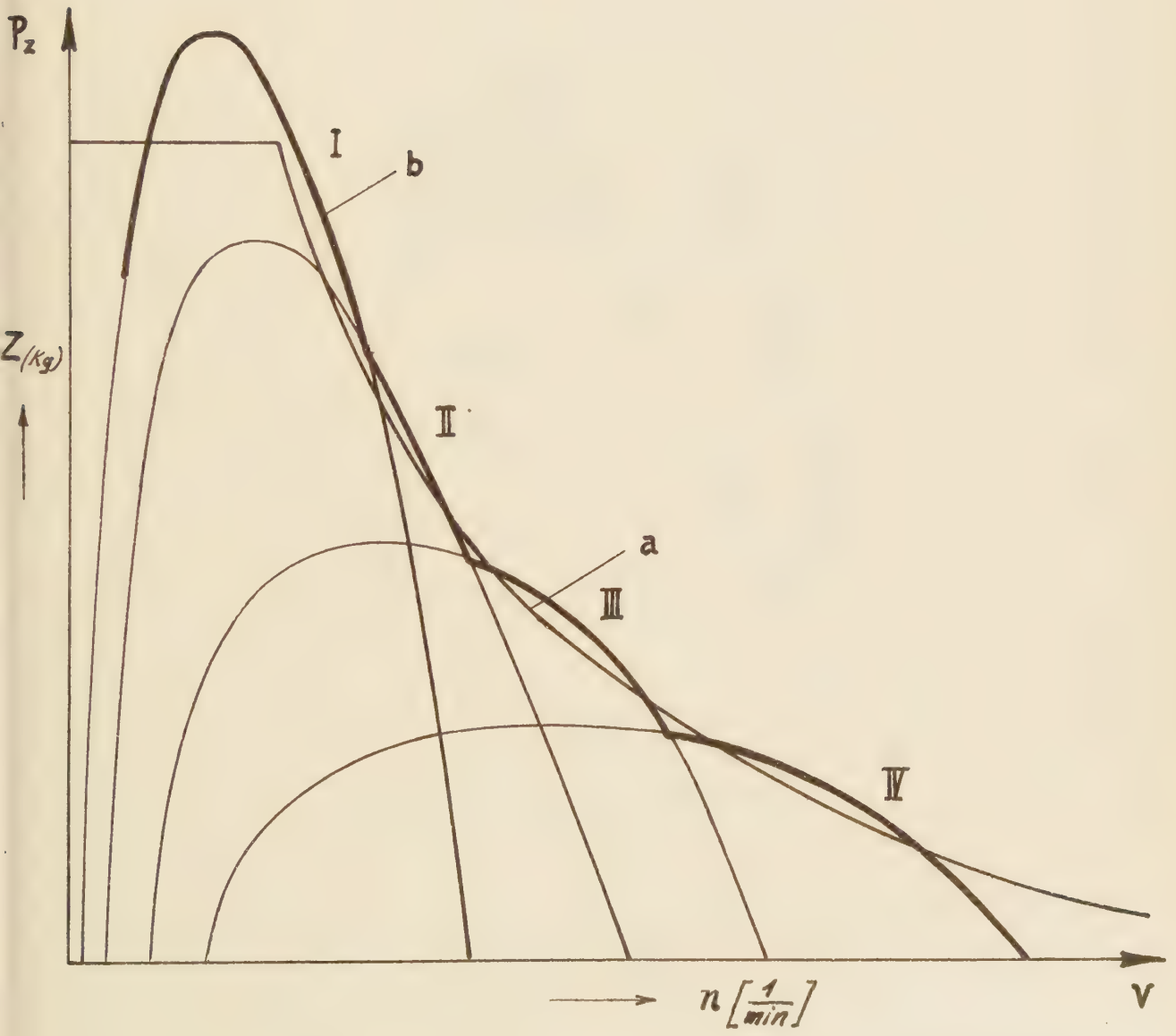


Abb. 8. Zugkraft-Geschwindigkeitskennlinie

a.) einer dieselelektrischen Übertragung

b.) einer dieselmechanischen Übertragung.

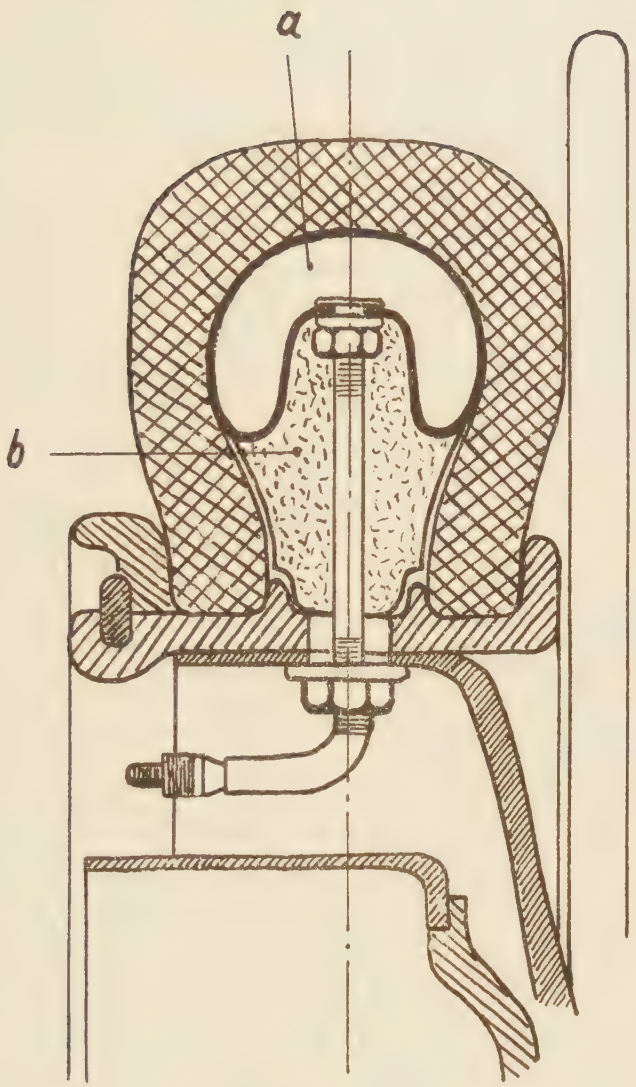
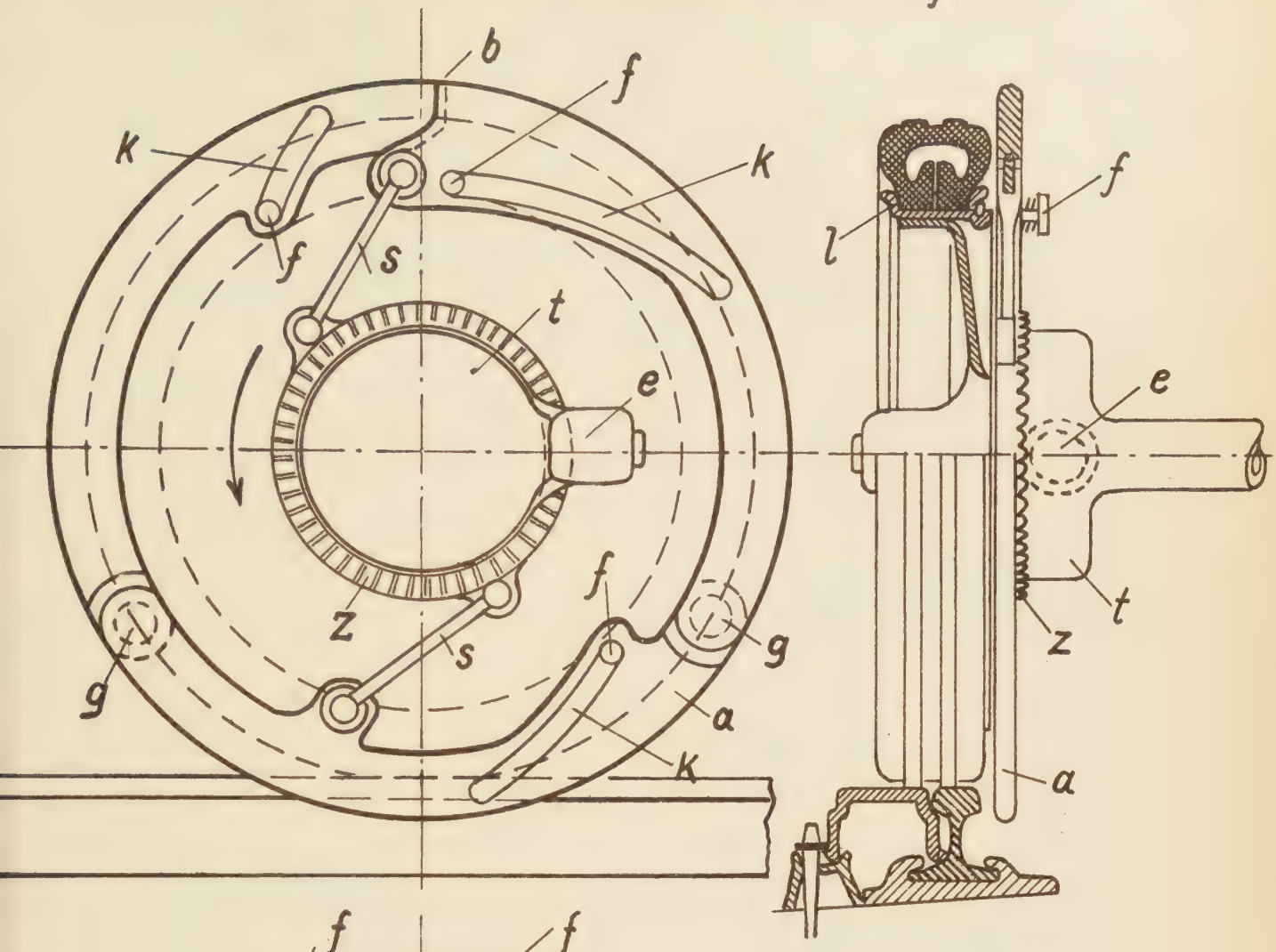
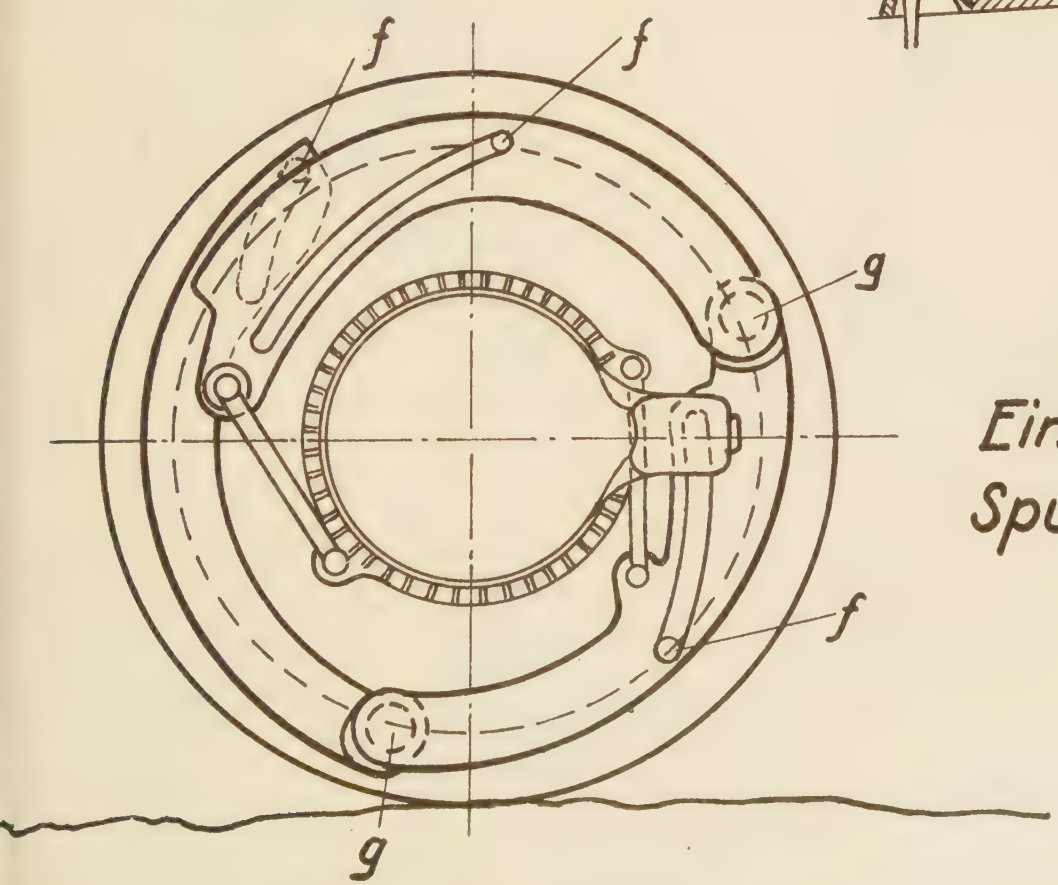


Abb. 9.
Stützreifen aus Vollgummi.

Abb. 10a. Schienenfahren.





Einziehbarer Spurkranz.

Abb. 10b. Straßenfahren (Spurkranz eingezogen)

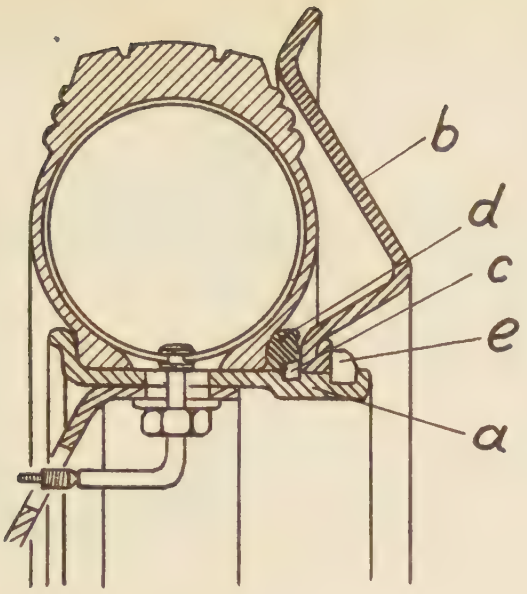


Abb. 11.

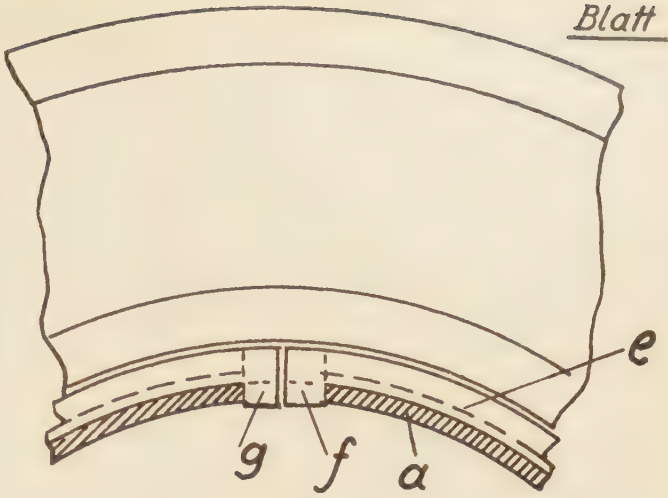


Abb. 11a

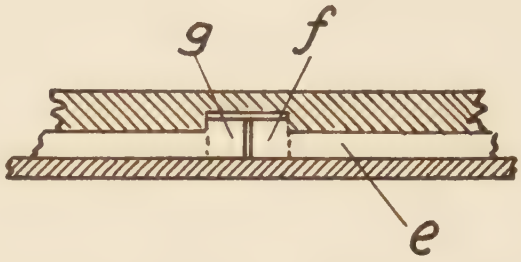


Abb. 11b.

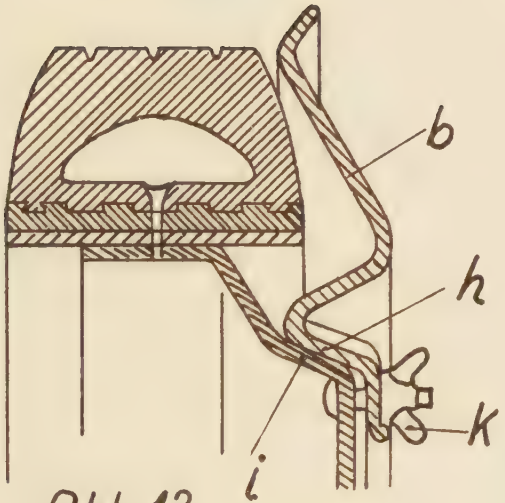


Abb. 12.

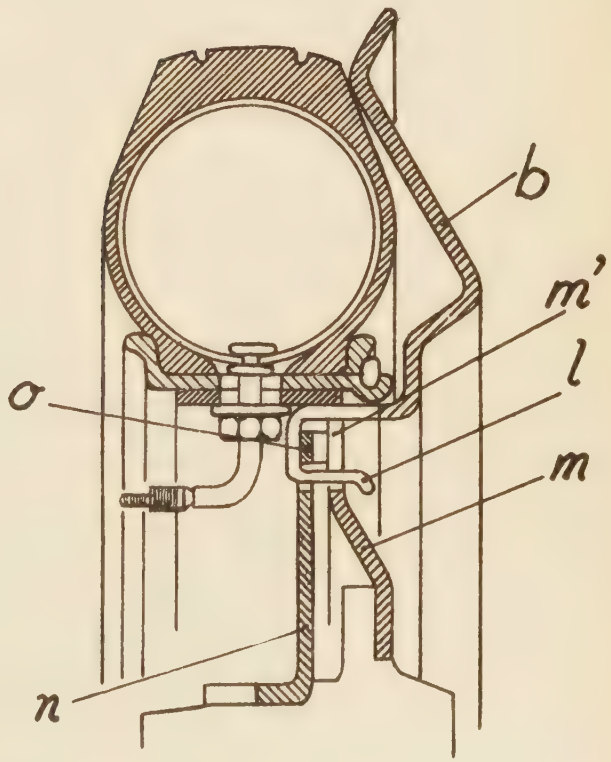


Abb. 13.

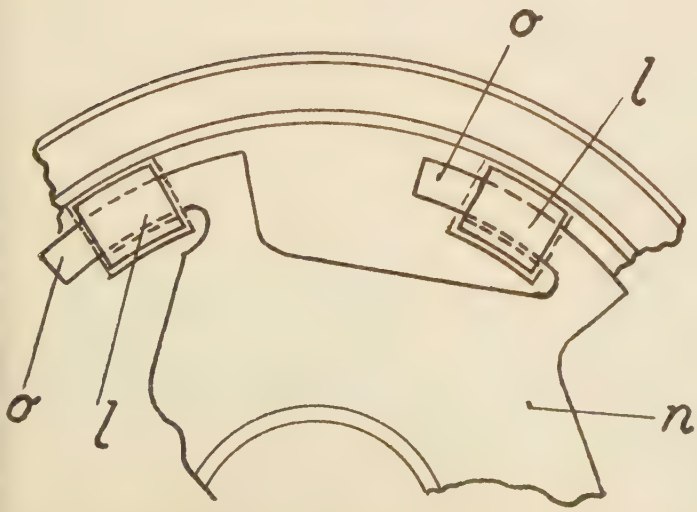


Abb. 14.

Abnehmbare Spurkränze.

Abb. 15.

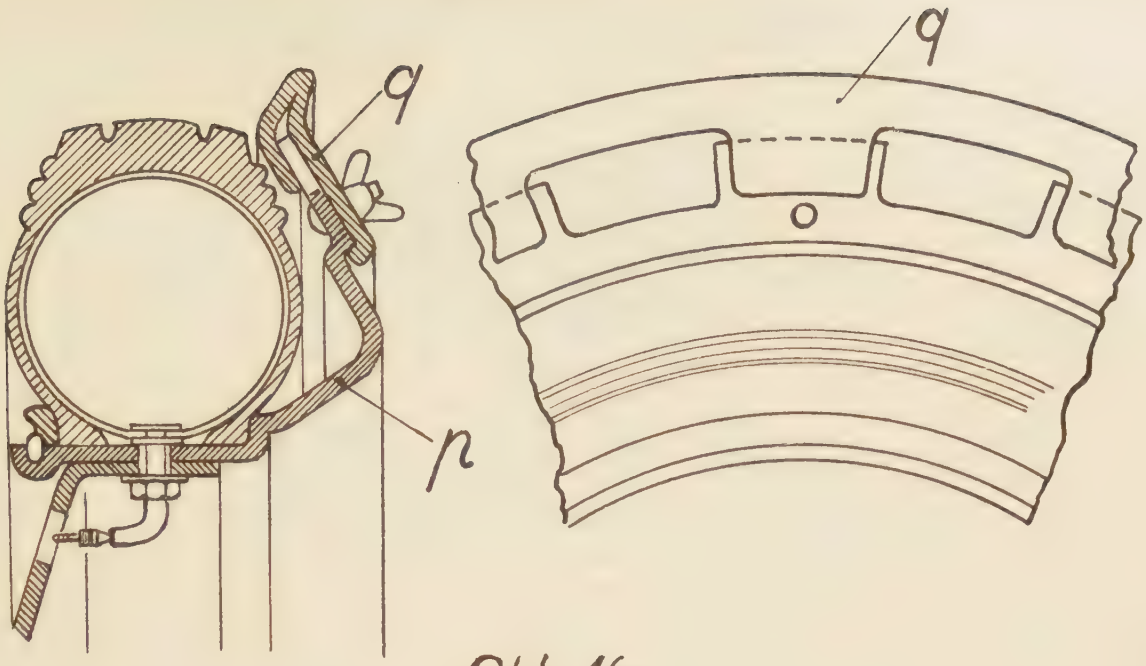


Abb. 16.

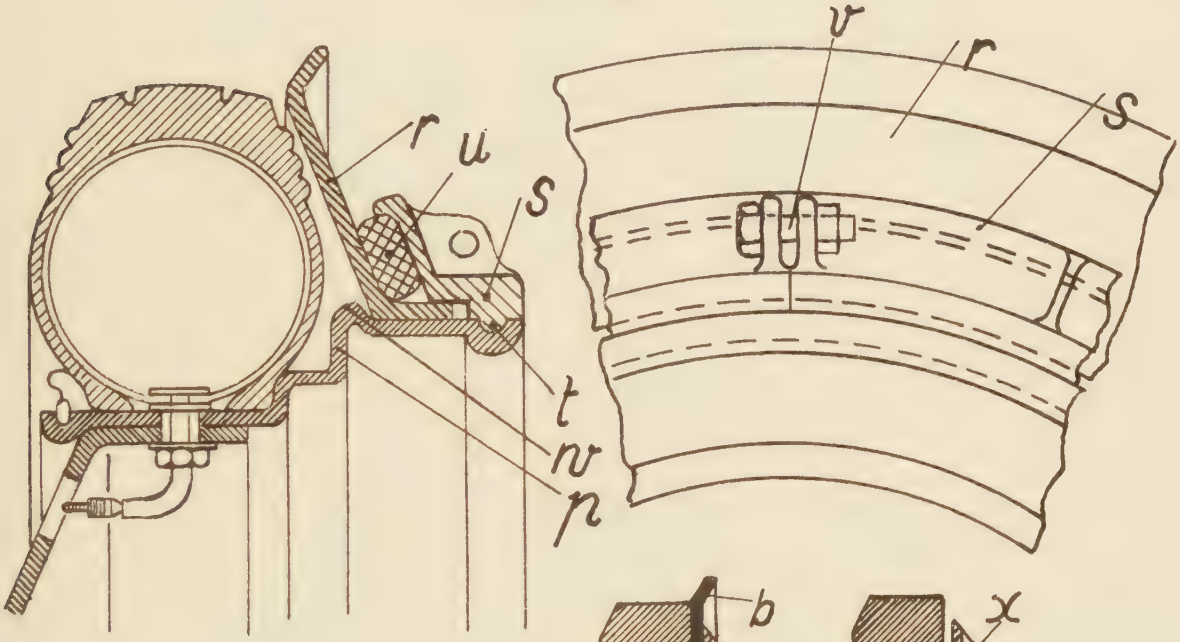
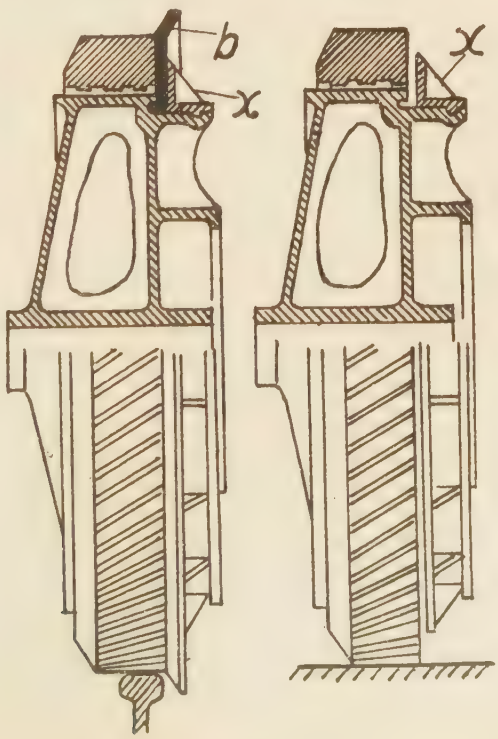


Abb. 17.



Abnehmbare Spurkränze.

Schienenverbreiterungen.

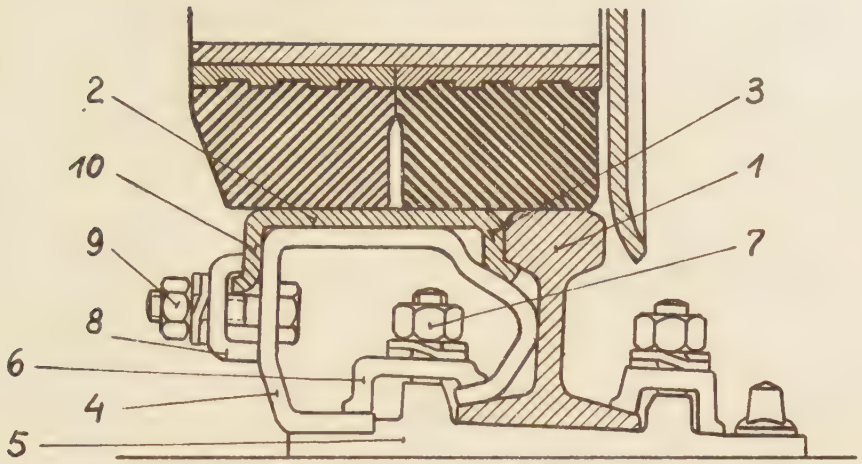


Abb. 18.

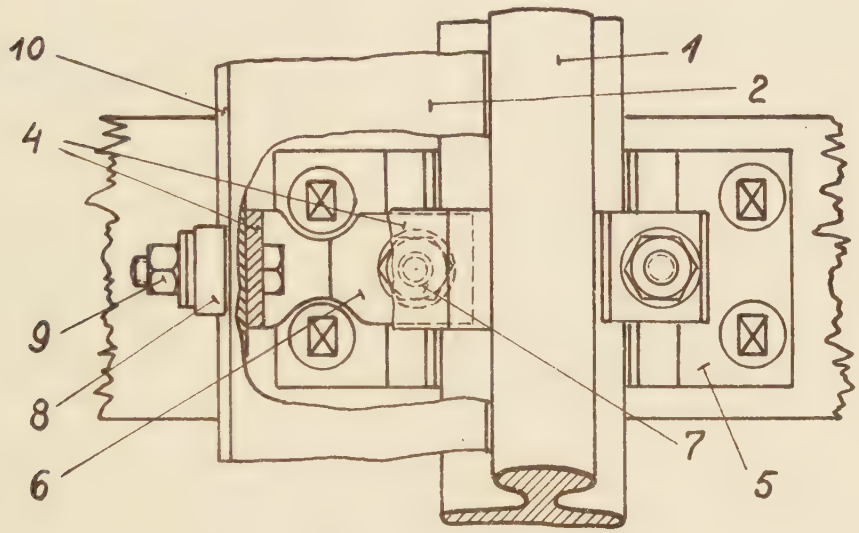


Abb. 19.

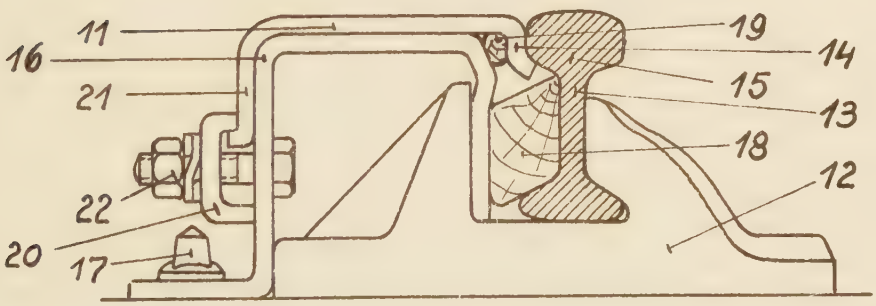


Abb. 20.

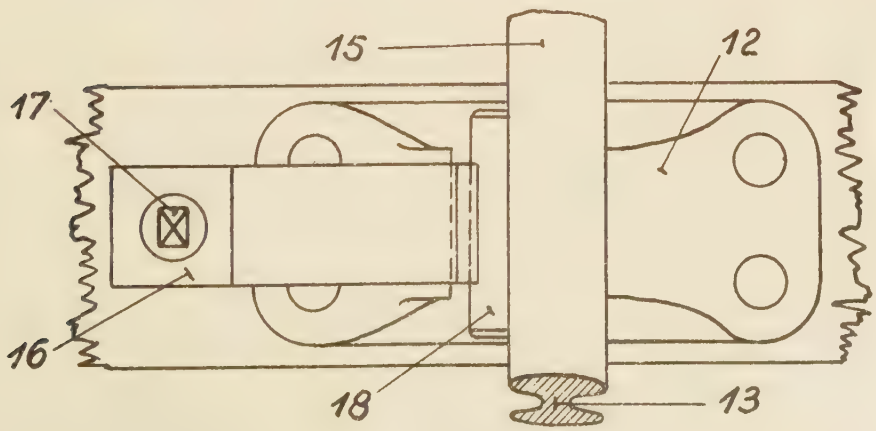


Abb. 21.

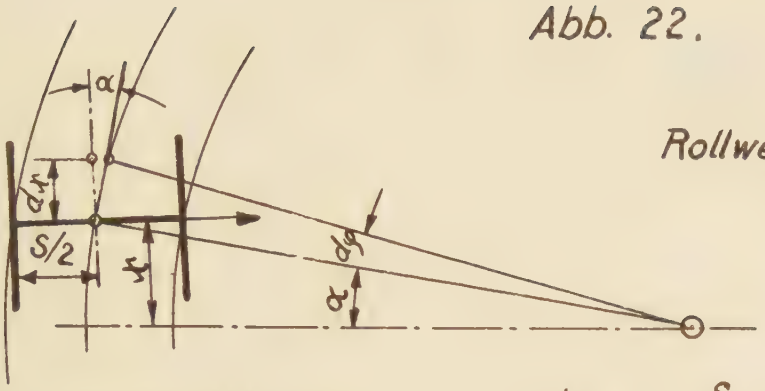


Abb. 22.

Rollweg $dx = R \cdot d\varphi$

$= 2r\pi$;

$d\varphi = \frac{2r\pi}{R}$;

Längsverschiebung (Längswalkweg)

$dw_l = \frac{S}{2} d\varphi = \frac{S}{2} \cdot \frac{2r\pi}{R}$

$= \frac{S \cdot r\pi}{R}$;

Querverschiebung (Querwalkweg)

$dw_q = \alpha \cdot dx = \frac{x}{R} \cdot 2r\pi$

R = Krümmungshalbmesser

r = Radhalbmesser

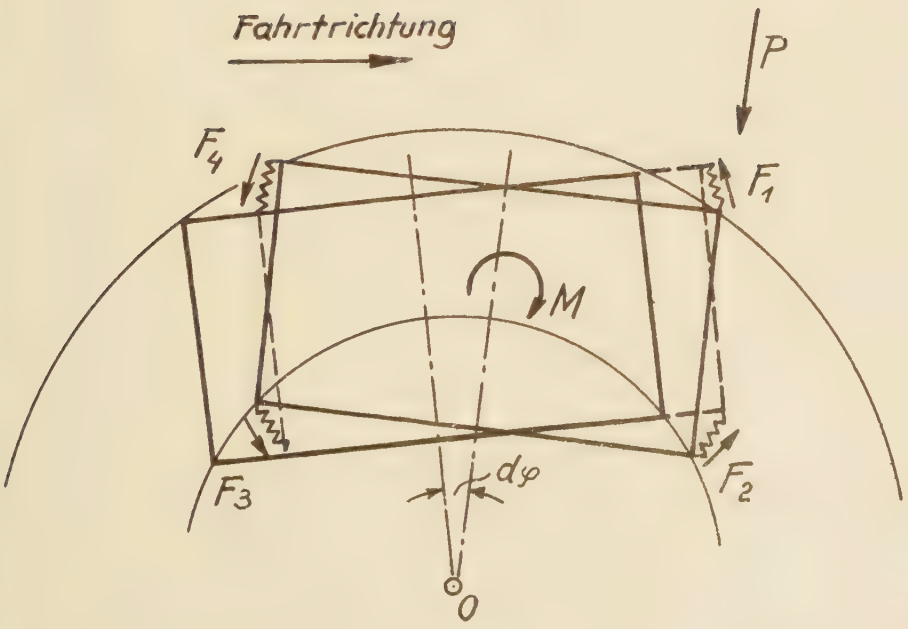


Abb. 23.

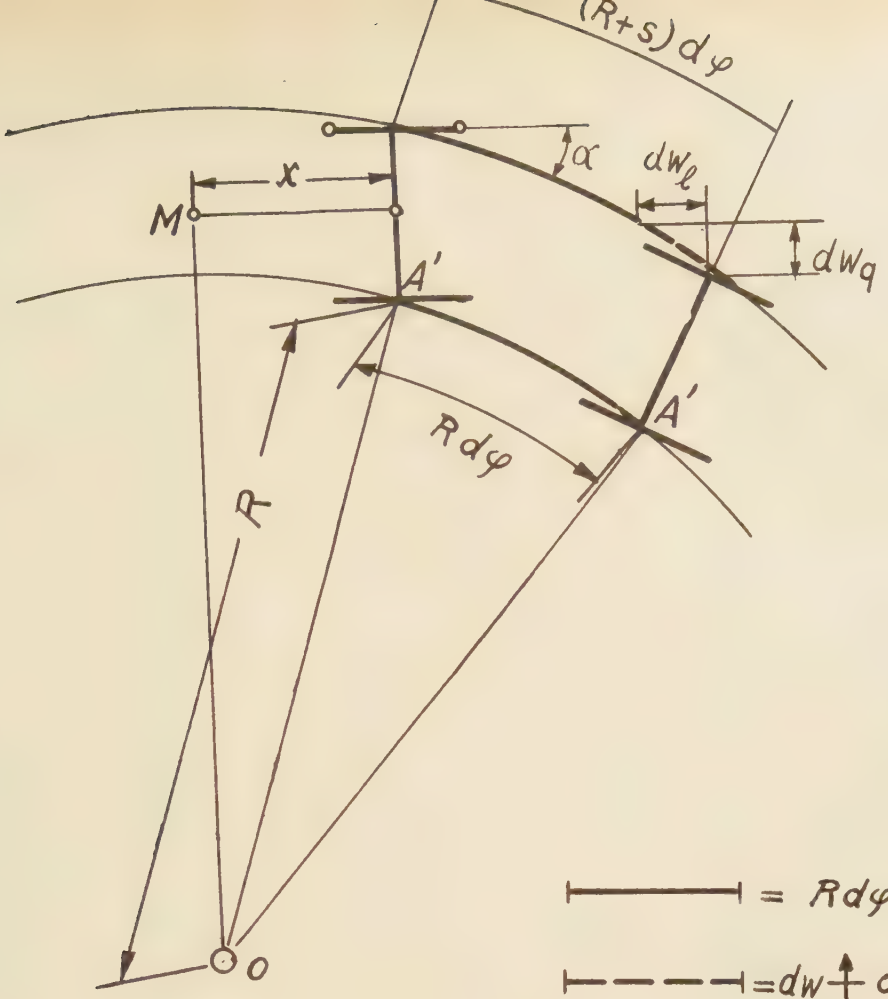


Abb. 24.

= Rdφ = reines Rollen

= dwℓ + dwq = Walken

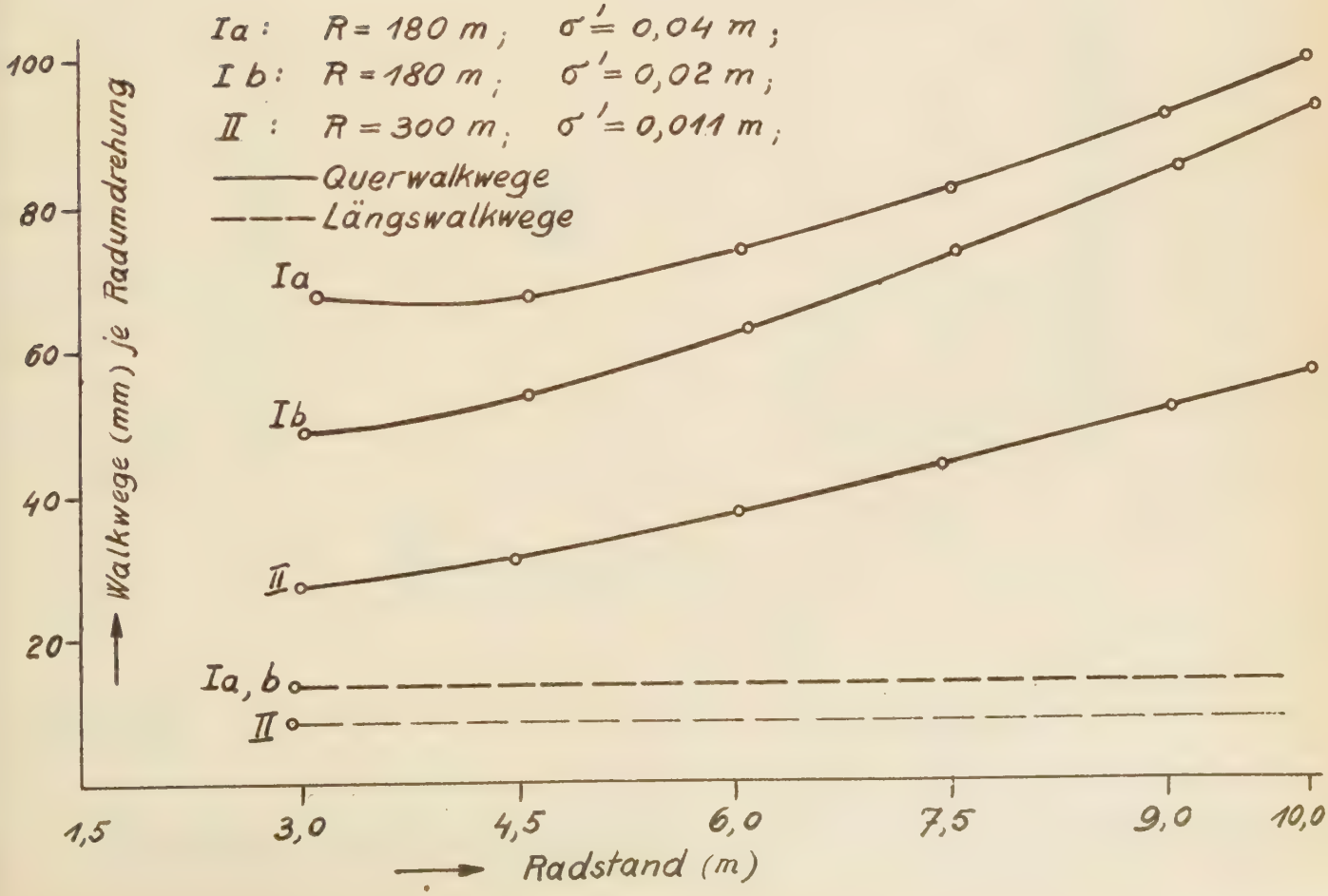


Abb. 25.

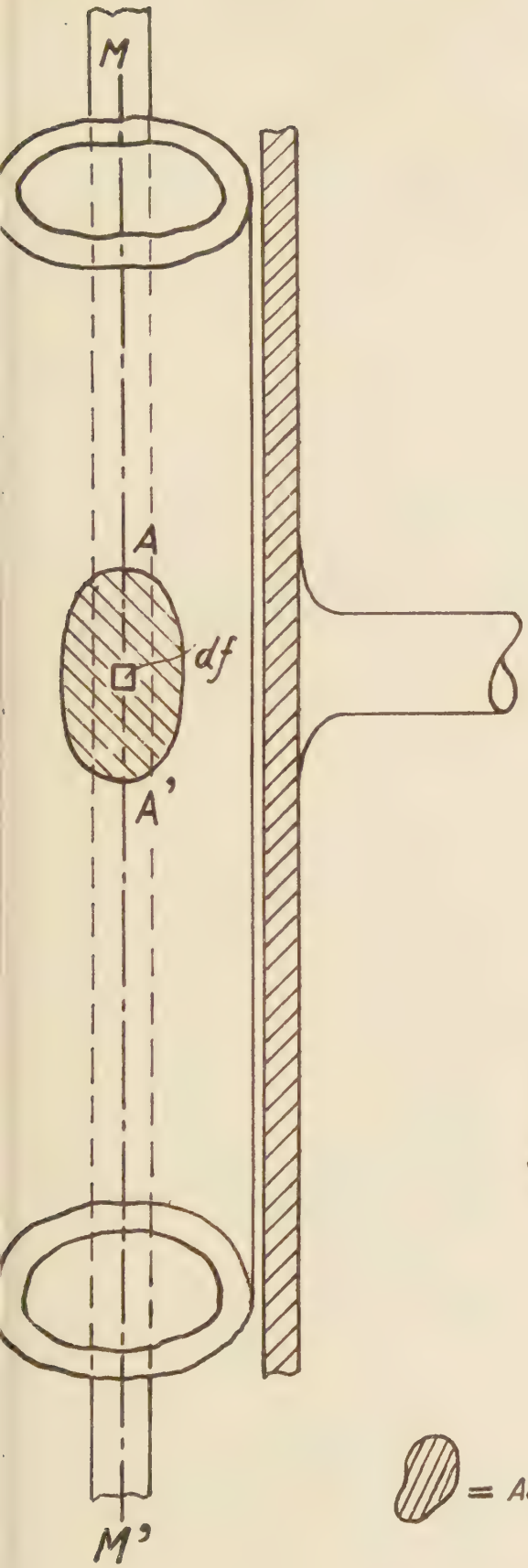


Abb. 26.

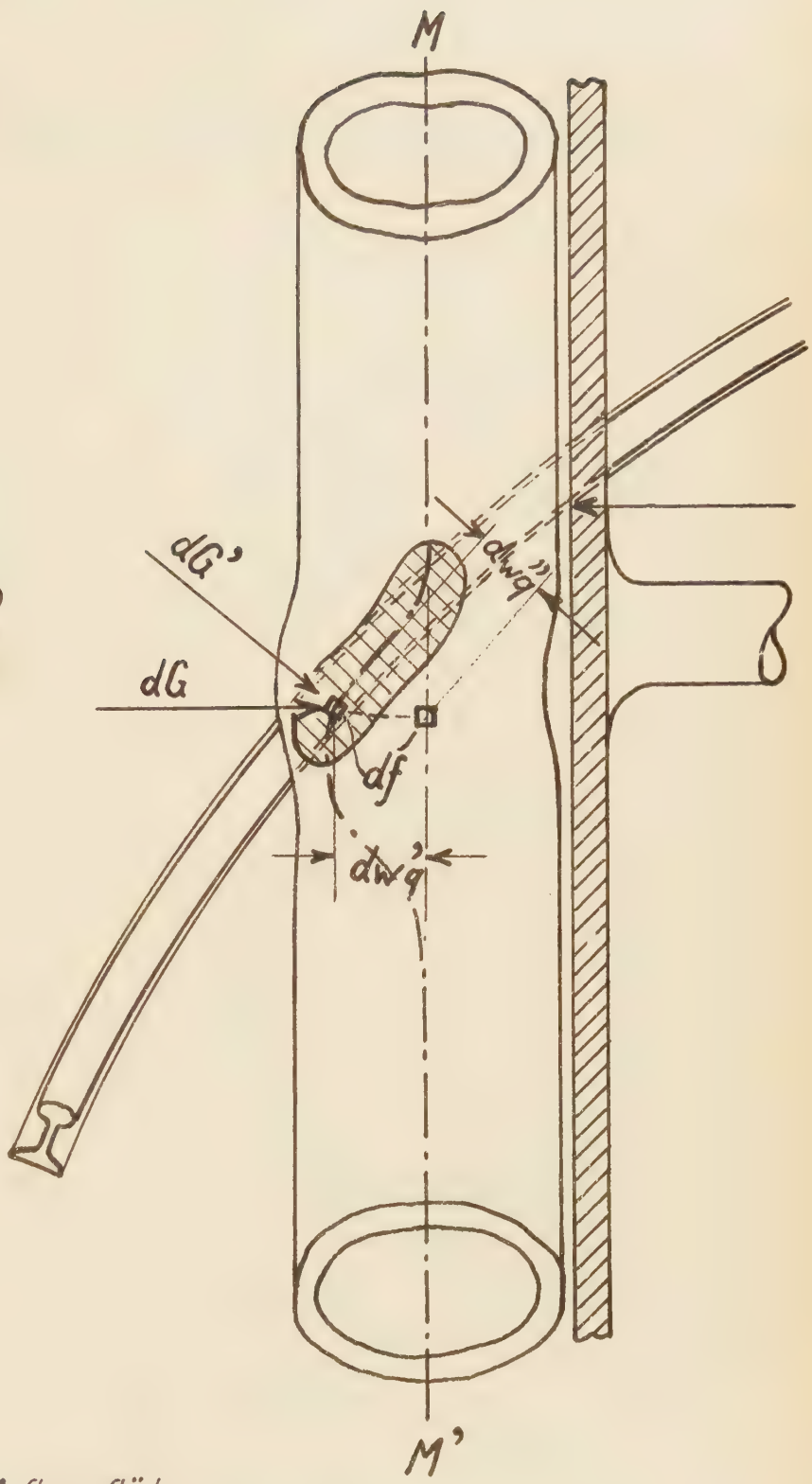
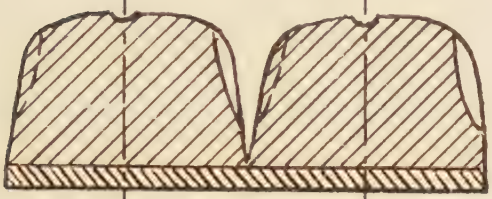


Abb. 27.

Verhalten eines gummibereiften Eisenbahnrades in d. Krümmung

Querschnitt durch verschiedene Reifenformen.

Abb. 28.



Vollgummireifen
(Triebrad)

Abb. 29.

Kissenreifen
(Triebrad)

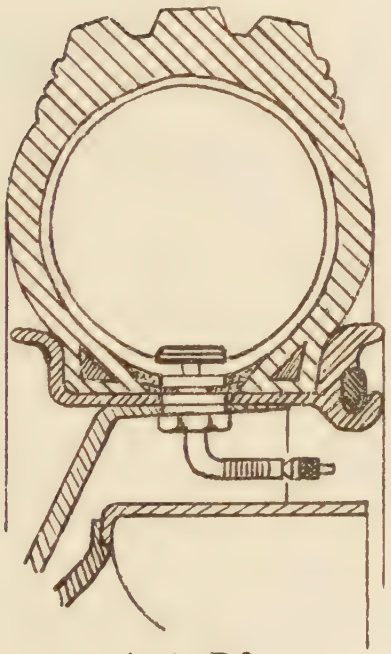


Abb. 30.
Hochdruckluftreifen.

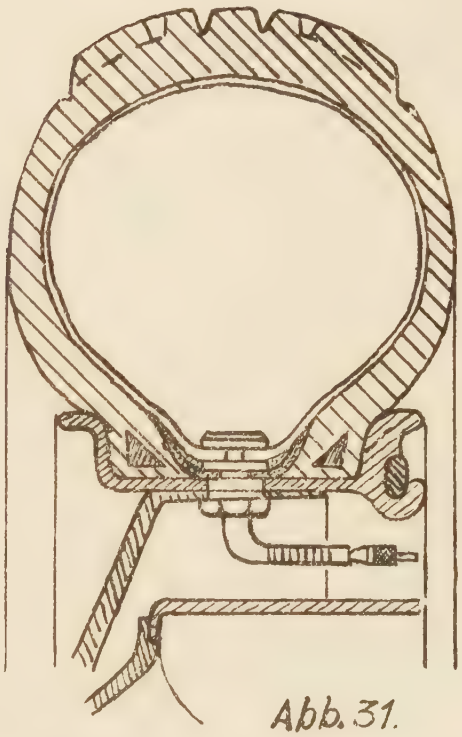
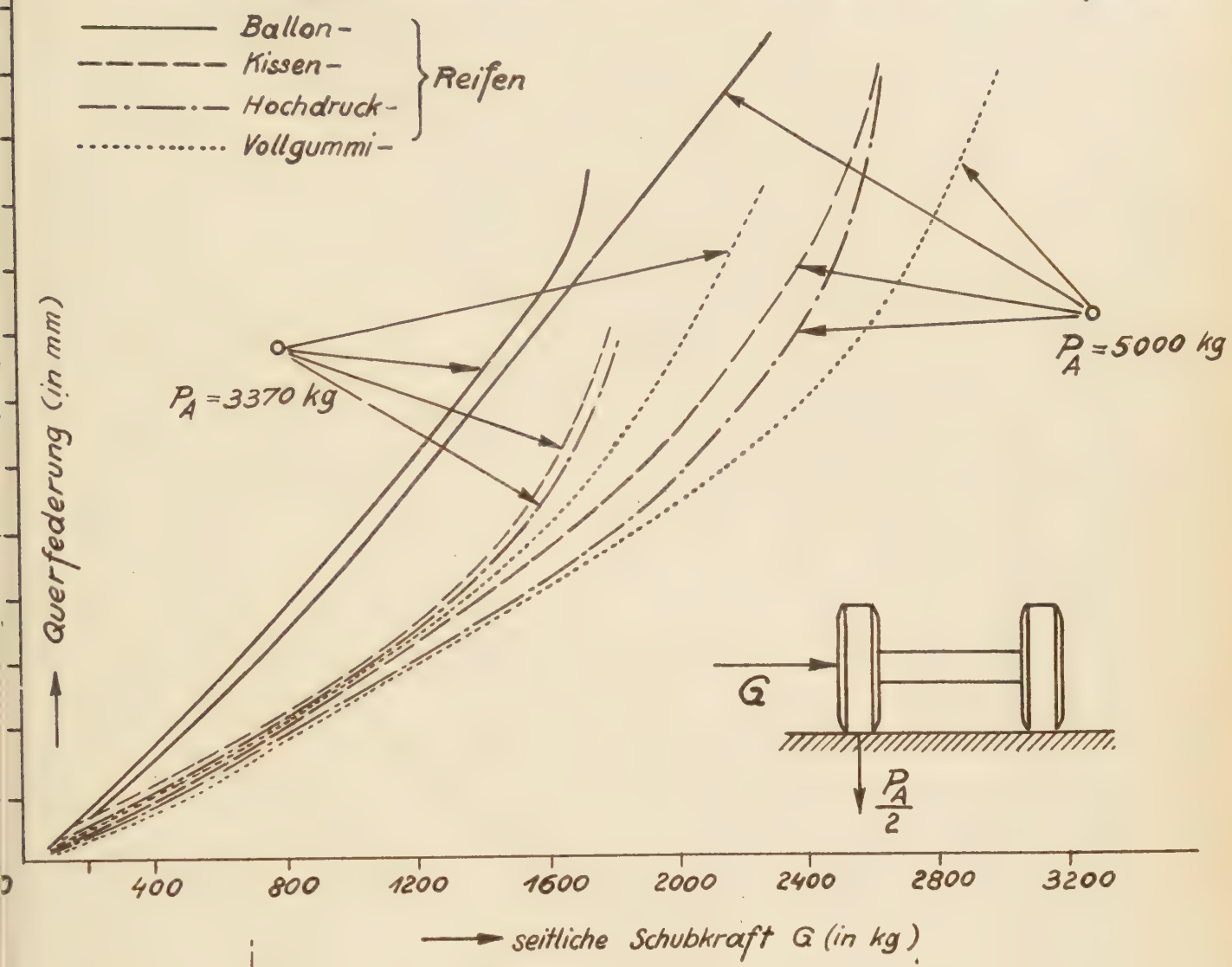


Abb. 31.
Niederdruckluftreifen.

Abb. 32.

Querfederungscharakteristiken verschiedener Bereifungen.



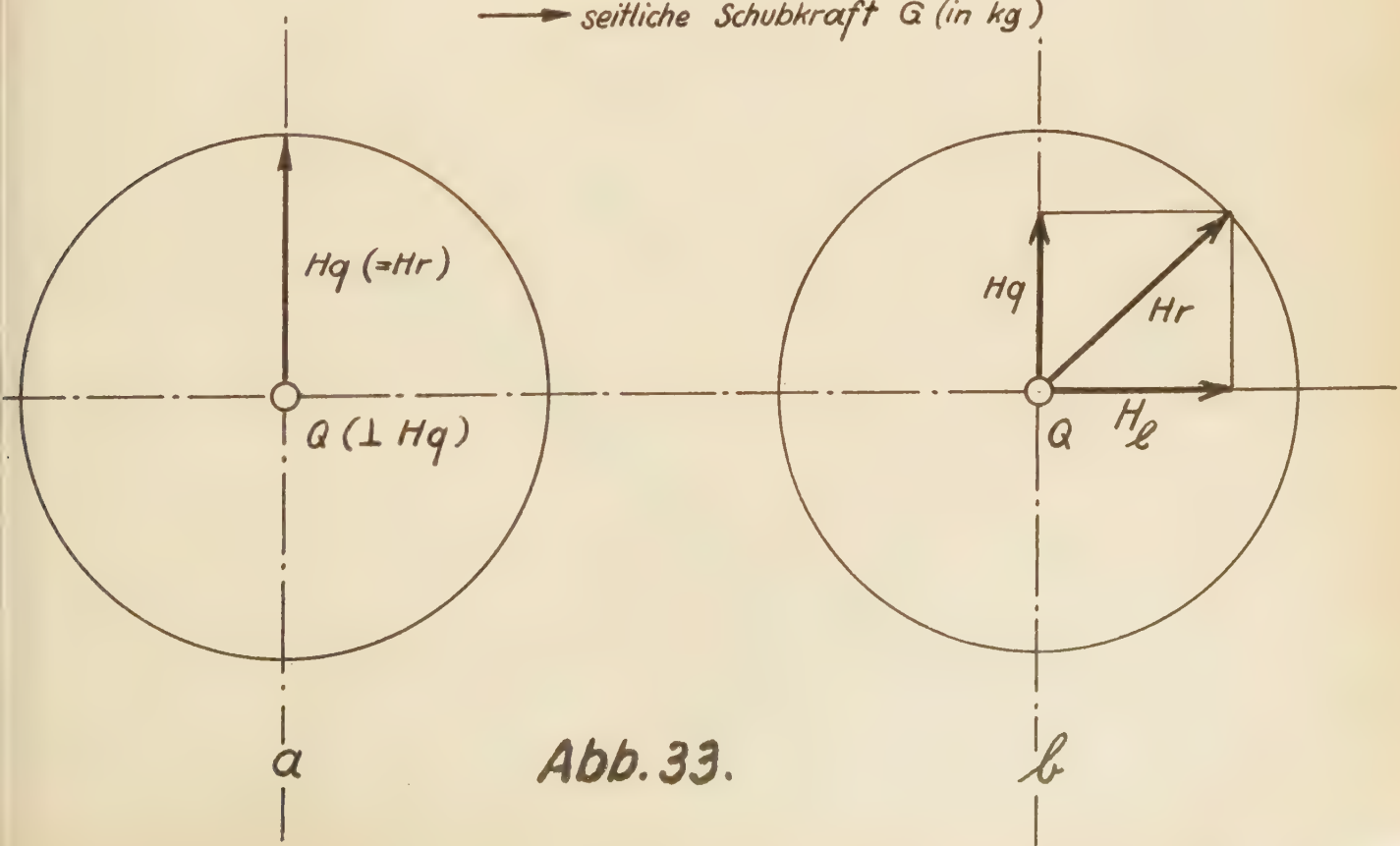


Abb. 33.

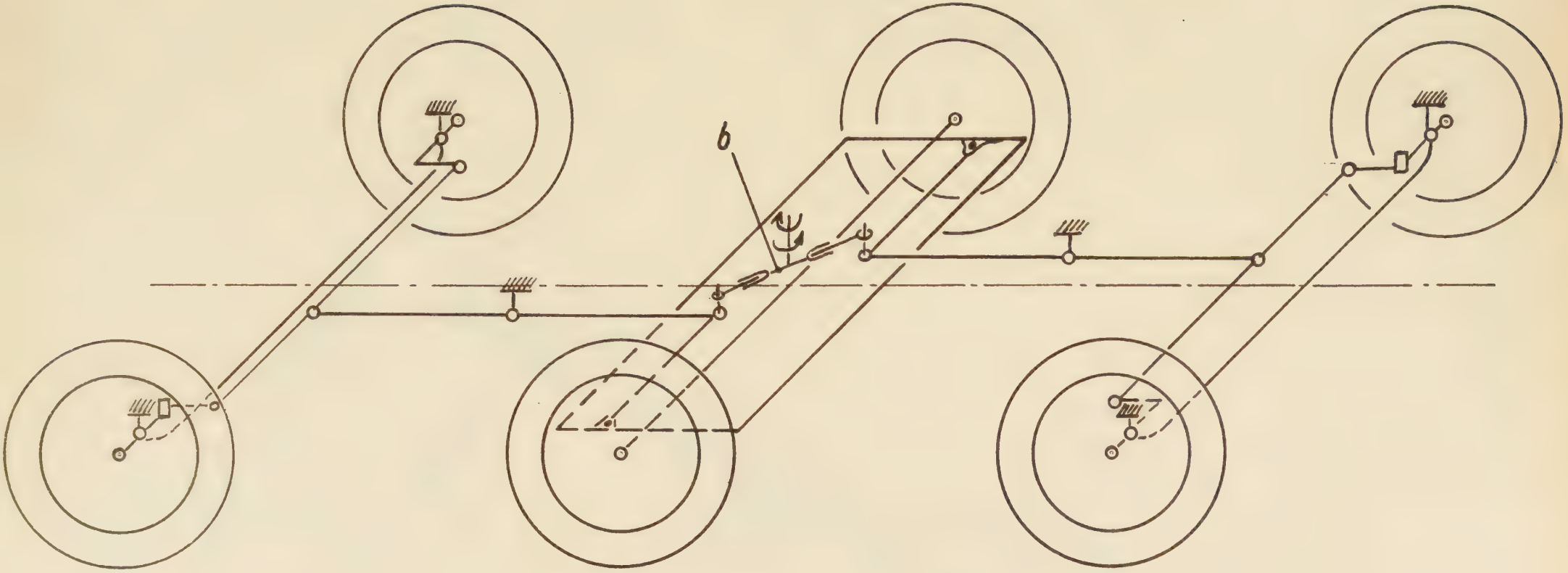


Abb. 34.

Schienen-Straßen-Lenkung für dreiachsige Wagen.

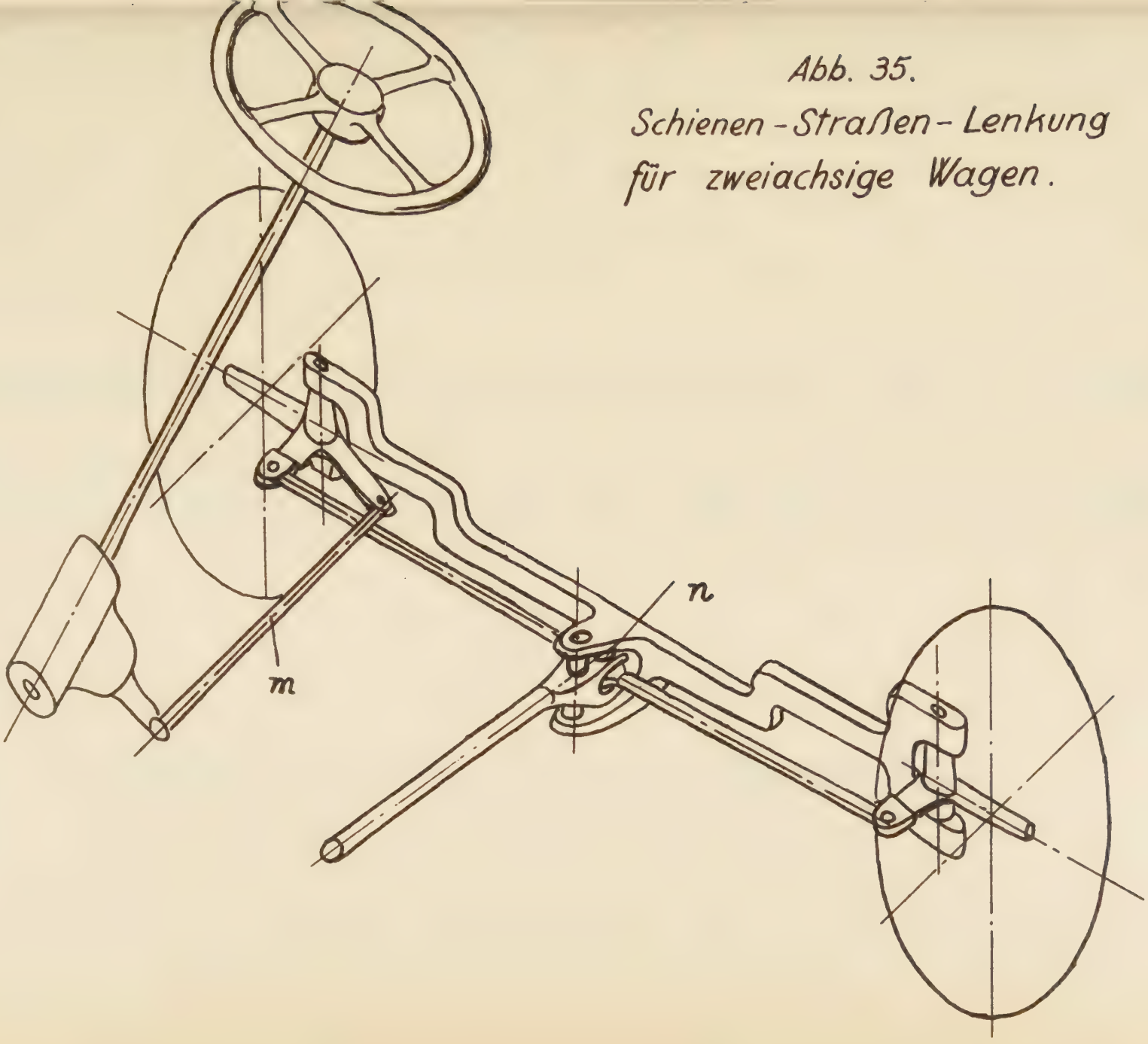


Abb. 35.
Schienen-Straßen-Lenkung
für zweiachsige Wagen.

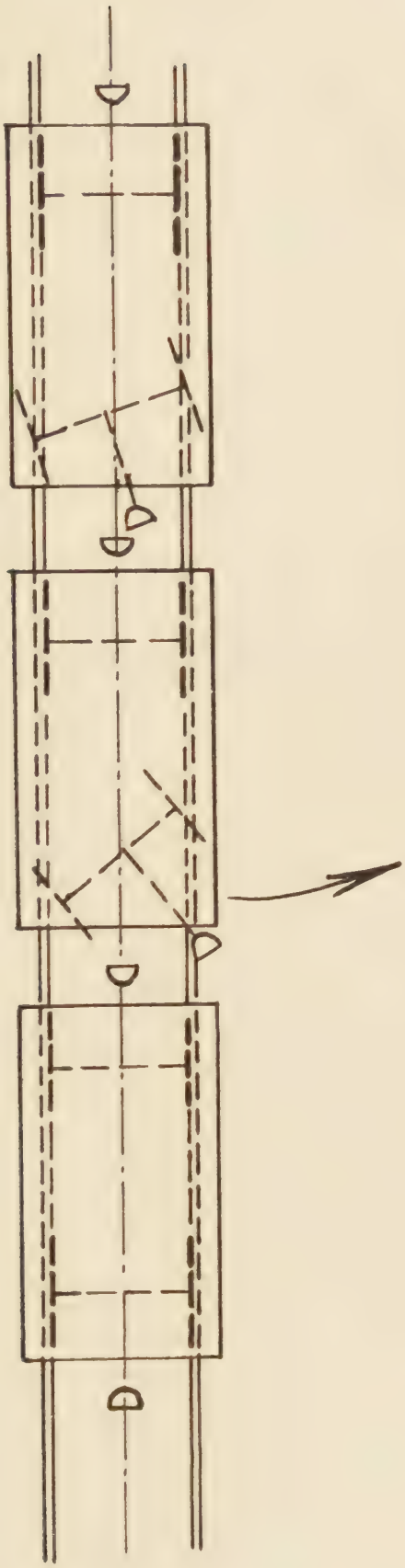


Abb. 36. Ausschwenken der Wagen aus dem Zuge.

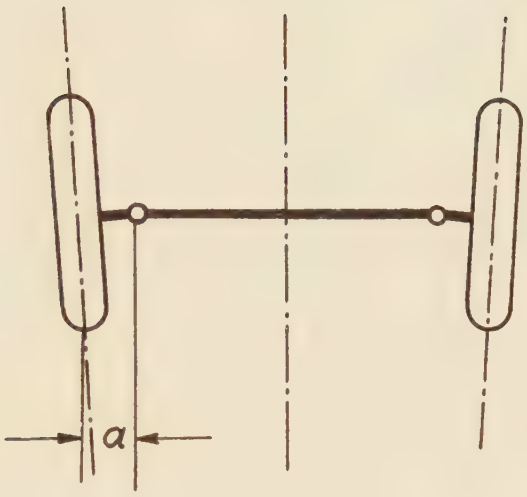
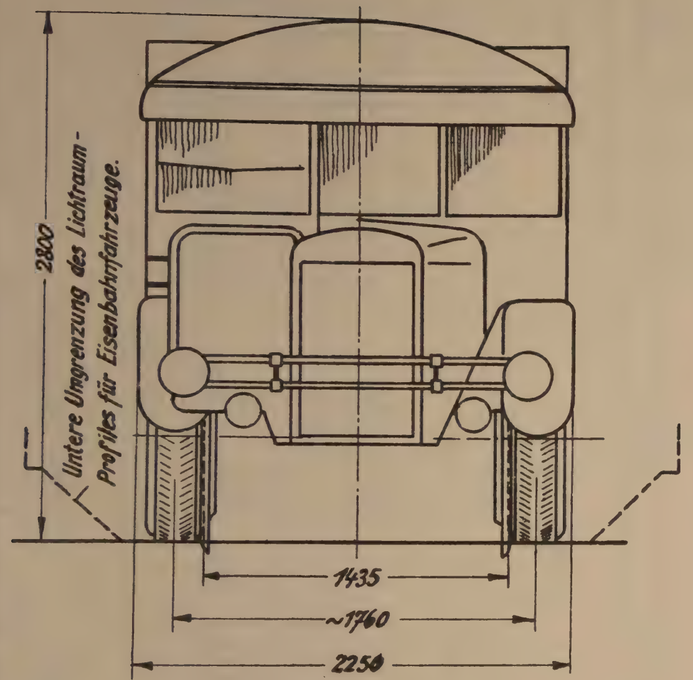
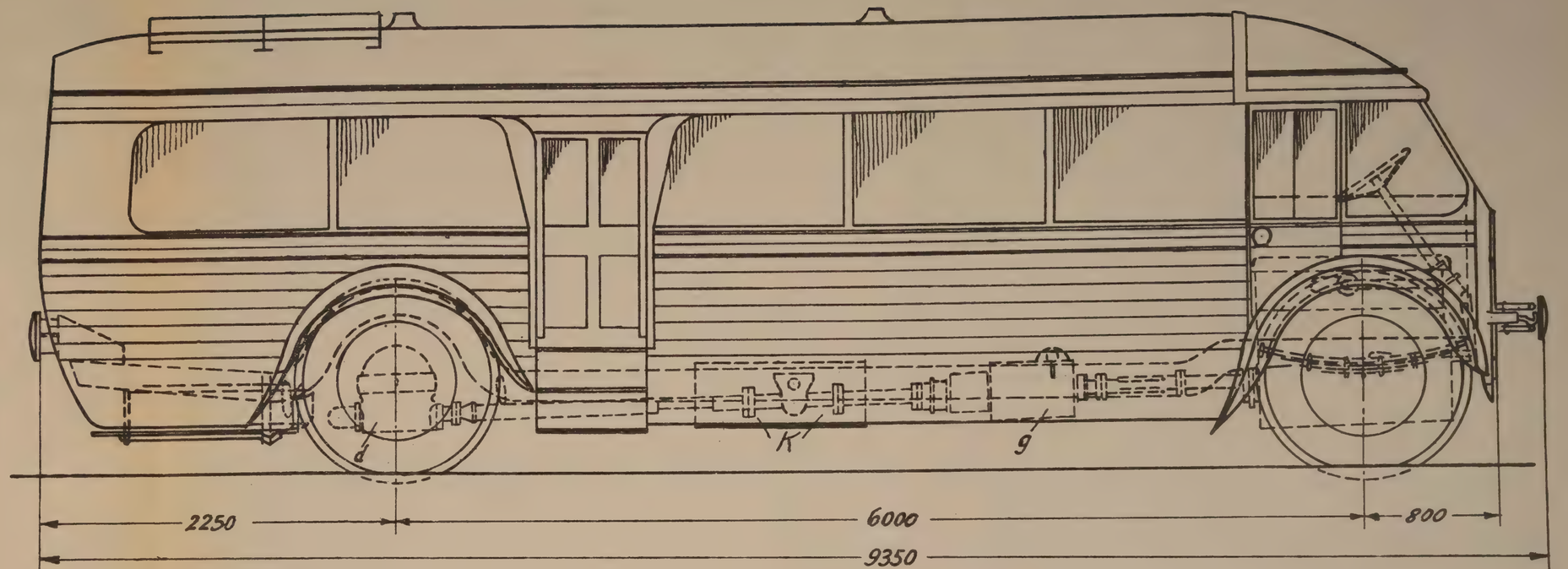
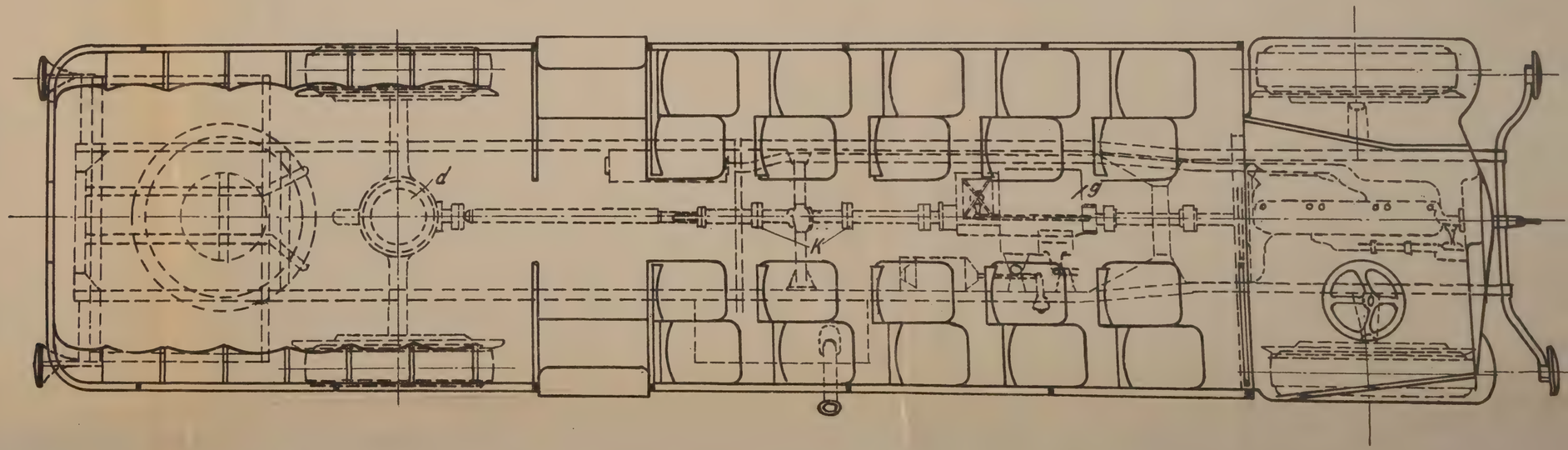


Abb. 37.
Störungshebelarm an der Kraftwagenlenkung.







Schienenstrassenomnibus

34 Sitzplätze

M 1:25. Abb. 38.

Schienenstrassenomnibus

3 achsig. 45 Sitzplätze.

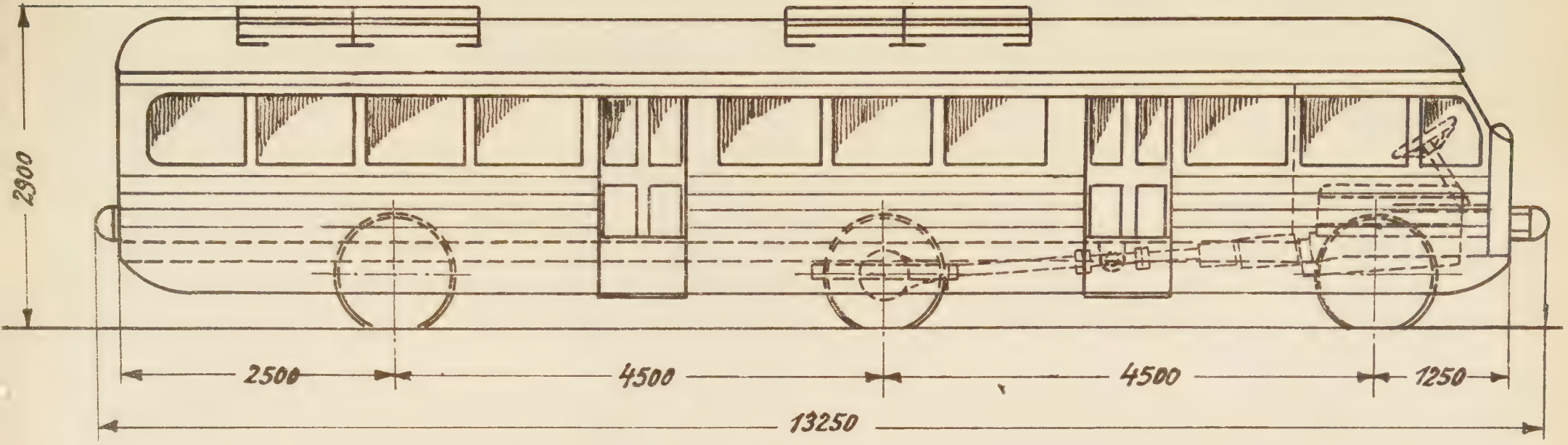
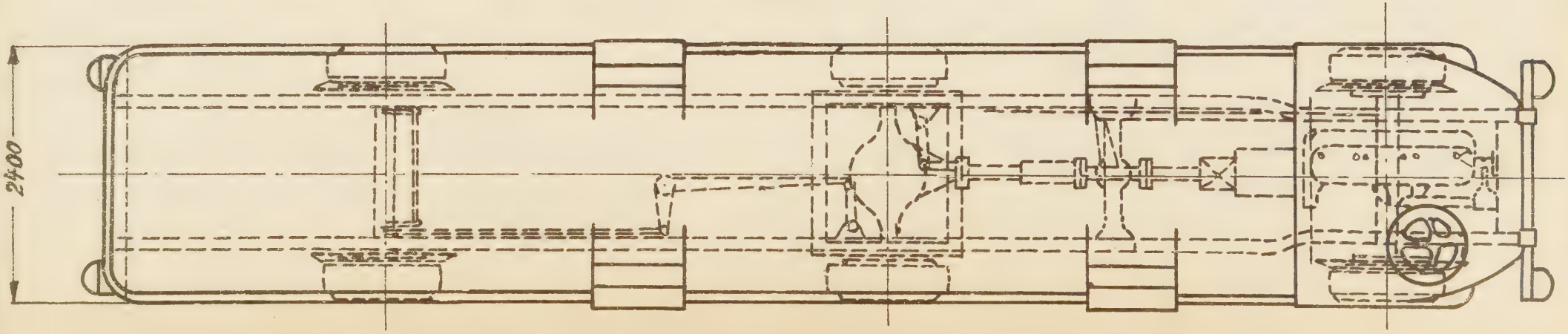
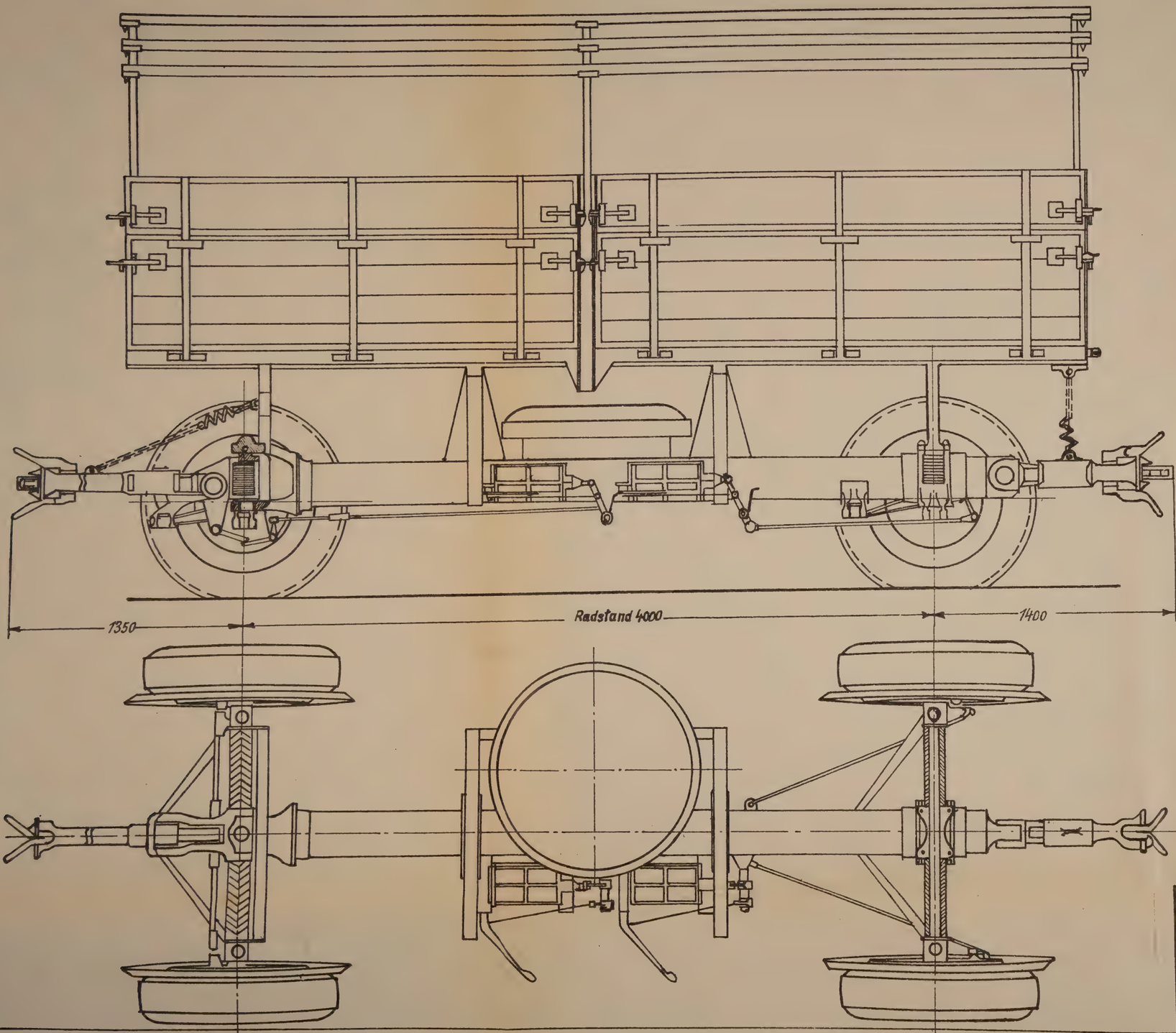


Abb. 39.



Blatt 19.



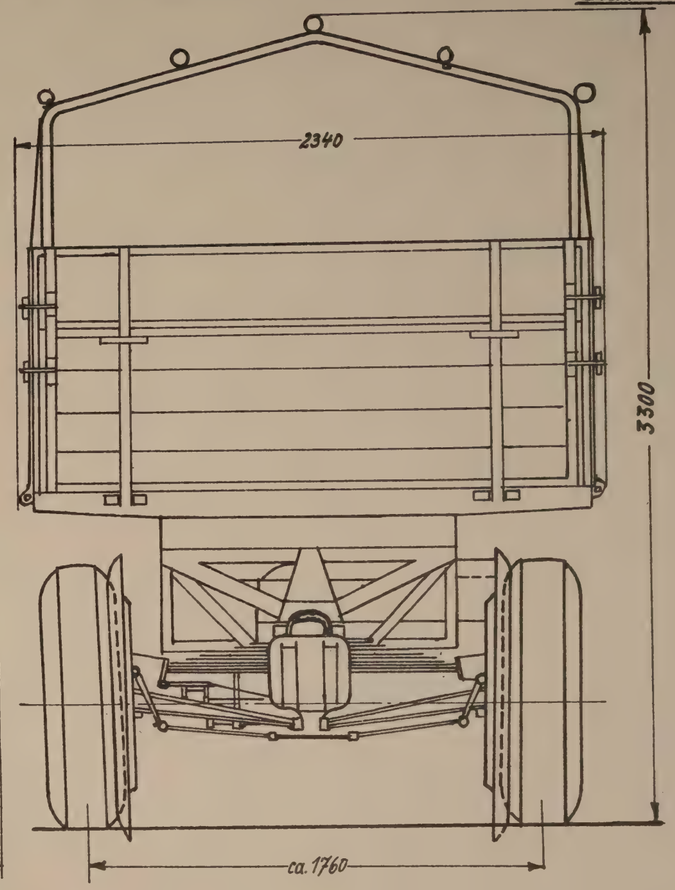
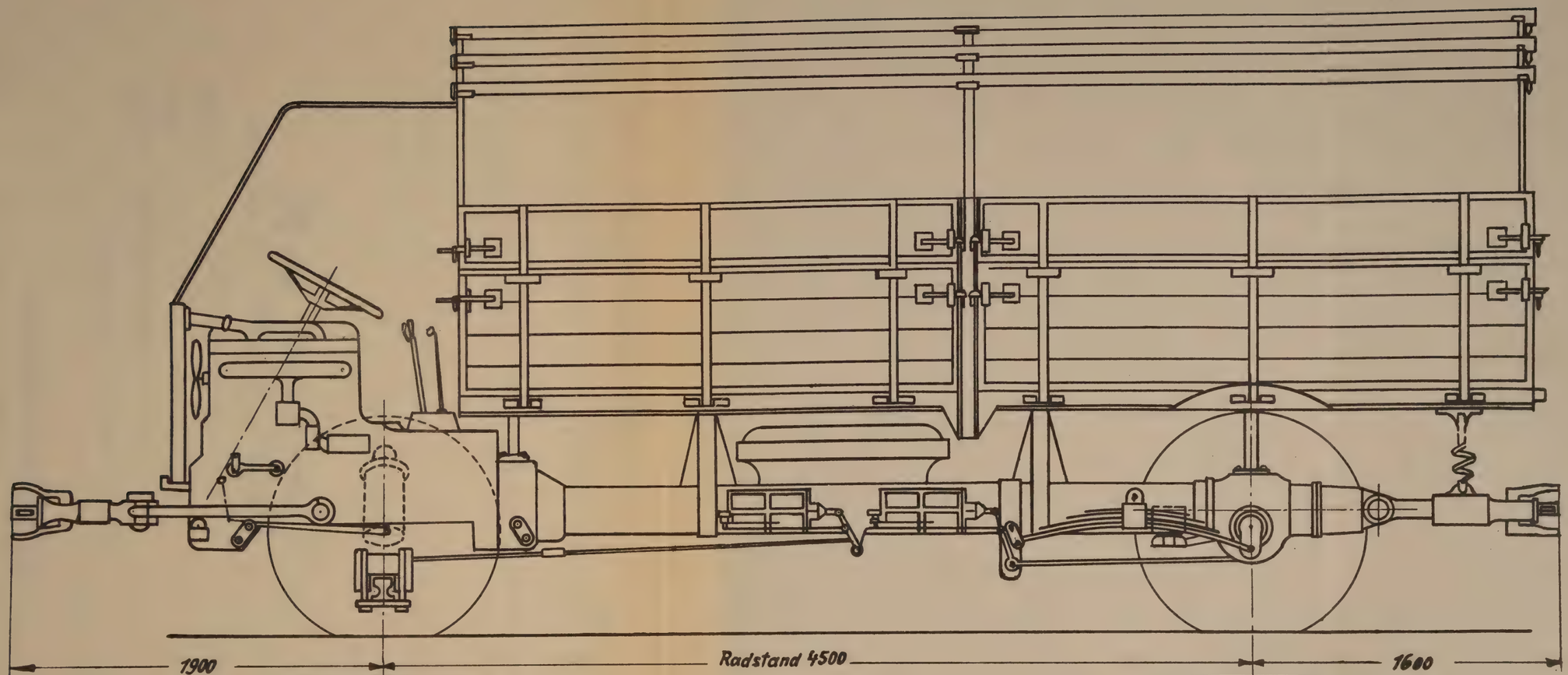


Abb. 40.

Schienen - Straßenwagen - Anhänger
5 t Nutzlast.
(mit Rohrfahrgestell — System Meiller)



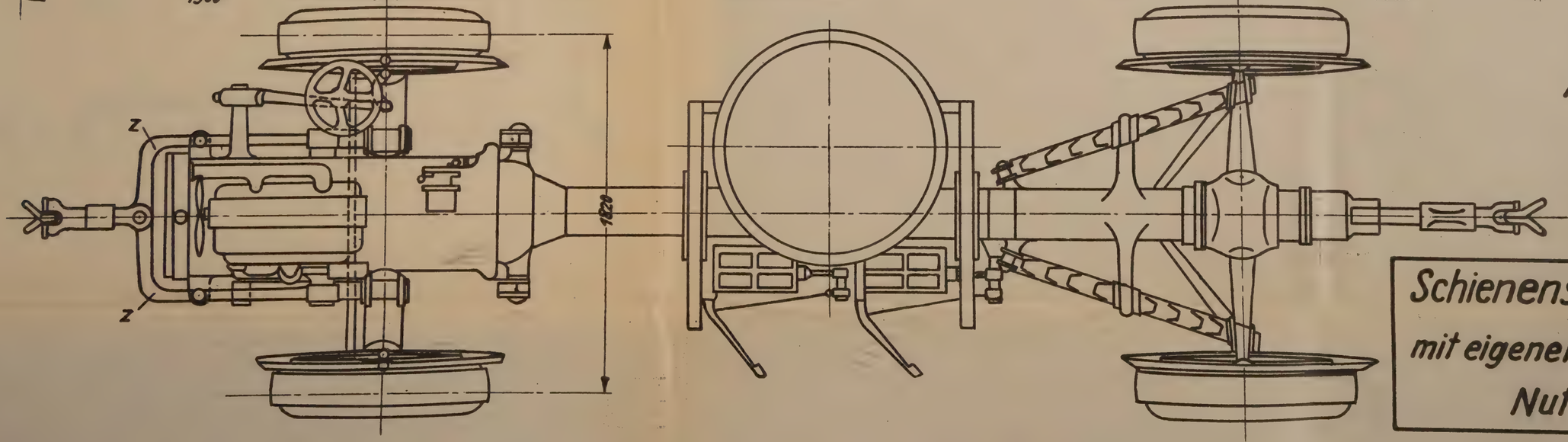
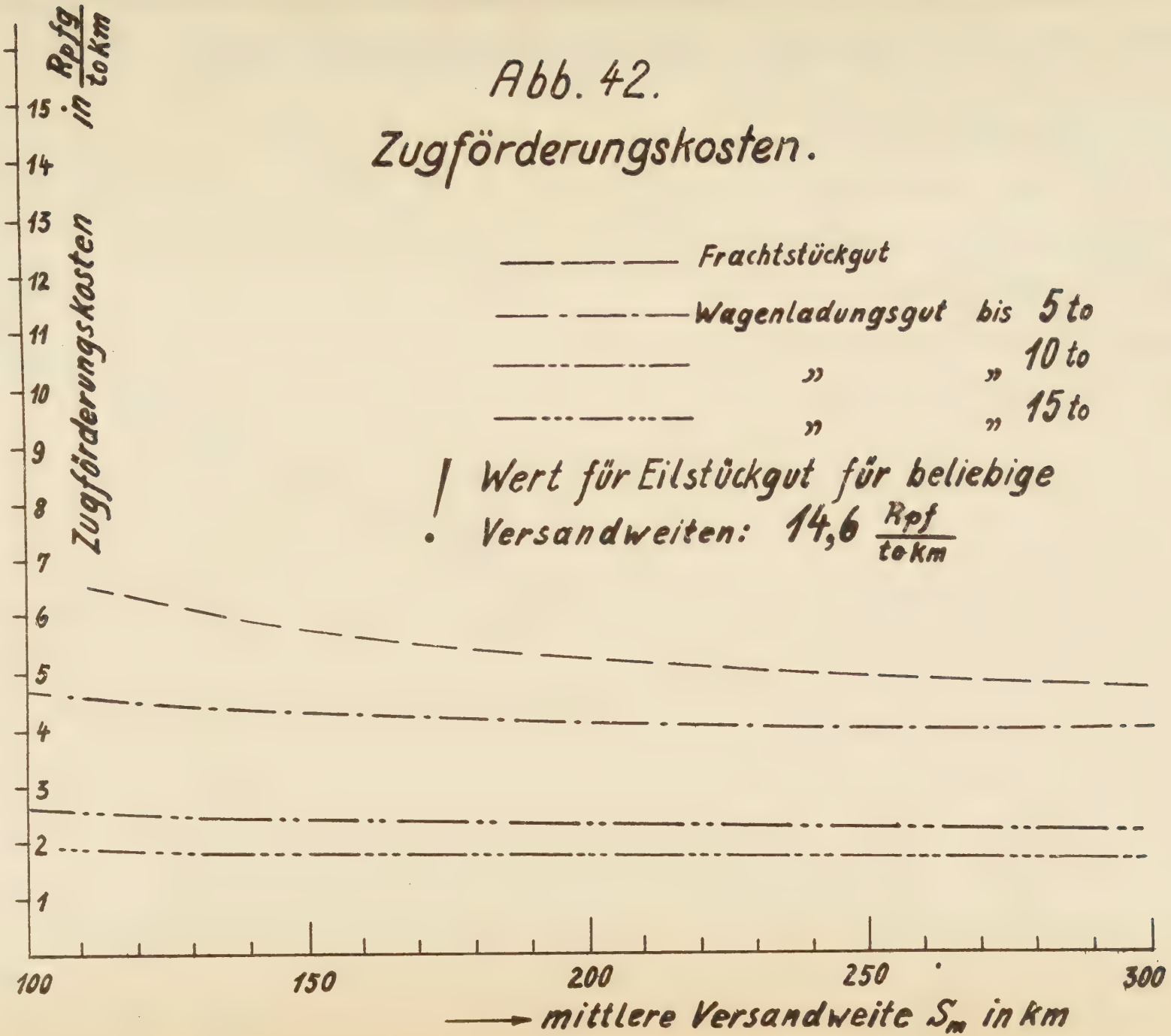


Abb. 41.

Schienenstrassenwagen
mit eigenem Kraftantrieb.
Nutzlast 5t.

Abb. 42.

Zugförderungskosten.



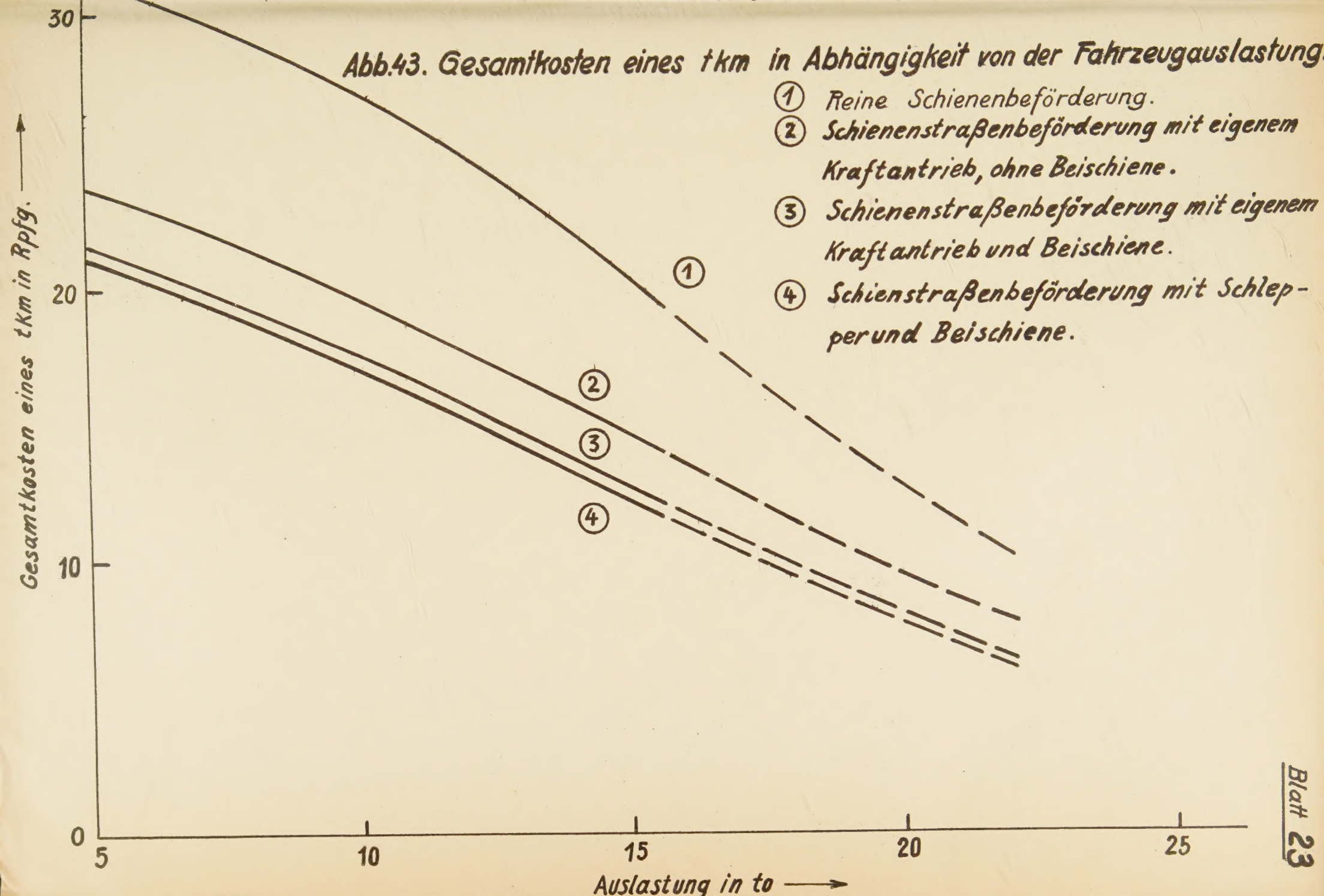


Abb.43. Gesamtkosten eines tkm in Abhängigkeit von der Fahrzeugauslastung
① Reine Schienenbeförderung.
② Schienenstraßenbeförderung mit eigenem Kraftantrieb, ohne Beischiene.
③ Schienenstraßenbeförderung mit eigenem Kraftantrieb und Beischiene.
④ Schienstraßenbeförderung mit Schlepper und Beischiene.
Gesamtkosten eines tKm in Rpfg. ⟶
30
20
10
0
5
10
15
20
25
Auslastung in to ⟶
①
②
③
④